臺灣省農業試驗所報告

第 八 號

BULLETIN
of
TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

No. 8

亞硫酸蔗渣漿廢液作爲肥料之研究

徐 水 泉

STUDIES ON THE MANURIAL EFFECTS OF THE BAGASSEPULP WASTE LIQUOR OBTAINED BY THE MAGNESIUM SULPHITE METHOD

By
S. C. Hsui

臺 灣 省 臺 北 市
臺 灣 省 農 業 試 驗 所 刊 行
中 華 民 國 四 十 一 年 十 二 月

Published by
Taiwan Agricultural Research Institute
Taipei, Taiwan, China
December, 1952

序

本文爲對於蔗渣漿廢液，作爲肥料利用而舉行試驗研究之總報告，內共分六篇；第一篇係關于廢液組成問題；第二、三、四各篇係關于廢液肥效問題；第五篇係關于廢液還元力問題；第六篇係關于廢液調製爲固體問題。根據上述各篇檢討結果，認定廢液可作爲肥料利用。因之，就糧食及紙漿增產之立場觀之，尙不失爲適當之參考資料。爰將此文付梓，至希各界不吝指正爲幸。

徐　水　泉　民國四十一年十二月

目　　次

頁

導言

第一編　廢液組成及其分析法……………………………………………… 3

第一章　概論……………………………………………………………… 3

第二章　廢液之性質及其成分分析法…………………………………… 3

第三章　廢液之性質及其成分分析結果………………………………… 5

第四章　結論……………………………………………………………… 6

第二編　廢液之肥效……………………………………………………… 7

第一章　概論……………………………………………………………… 7

第二章　廢液施用對於作物生育及收量之影響………………………… 7

第一節　水稻………………………………………………………… 7

第二節　陸稻………………………………………………………… 29

第三節　小麥………………………………………………………… 31

第四節　亞麻………………………………………………………… 33

第三章　鎂之效果再檢討………………………………………………… 36

第一節　鎂對於小麥生育及收量之效果…………………………… 37

第二節　鎂對於亞麻生育及收量之效果…………………………… 39

第四章　廢液之殘效……………………………………………………… 41

第一節　豫備調查試驗……………………………………………… 41

第二節　本調查試驗………………………………………………… 42

第五章　結論……………………………………………………………… 43

第三編　廢液施用對於土壤性質之影響………………………………… 44

第一章　概論……………………………………………………………… 44

第二章　供試土壤………………………………………………………… 45

第三章　廢液施用對於土壤理學組成及性質之影響…………………… 46

第一節　理學組成…………………………………………………… 46

第二節　理學性質…………………………………………………… 46

頁
第四章　廢液施用對於土壤化學組成及性質之影響…………………………47
第一節　土壤置換容量鹽基飽和度及其各置換性鹽基量…………………47
第二節　土壤之熱鹽酸可溶成分……………………………………………49
第三節　土壤之水分、灼熱減量、碳、氮、與腐植之含量及碳率………50
第四節　土壤之N/5鹽酸可溶成分…………………………………………51
第五節　土壤之養分吸收係數………………………………………………51
第六節　土壤反應……………………………………………………………52
第七節　灌漑水之化學的組成………………………………………………54
第五章　廢液施用對於土壤膠質化學組成及性質之影響…………………56
第一節　膠質物分離法及其含量……………………………………………56
第二節　各膠質物之灰分及其灼熱減量……………………………………56
第三節　土壤無機膠質物之化學組成及分子比……………………………57
第四節　無機膠質物之置換容量，鹽基飽和度並各置換性鹽基量………58
第六章　結論……………………………………………………………………59
第四編　廢液施用對於作物組成之影響………………………………………61
第一章　概論……………………………………………………………………61
第二章　供試材料之記載………………………………………………………61
第三章　廢液施用對於水稻組成之影響………………………………………63
第一節　一般組成………………………………………………………………63
第二節　特殊組成………………………………………………………………69
第四章　廢液施用對於小麥組成之影響………………………………………73
第五章　廢液施用對於亞麻組成之影響………………………………………75
第六章　結論……………………………………………………………………76
第五編　廢液之還元性……………………………………………………………77
第一章　概論……………………………………………………………………77
第二章　廢液施用對於土壤還元化及植物生育之關係………………………77
第一節　廢液施用法與土壤中 FeO 含量及水稻生育收量之關係…………77
第二節　廢液還元性與水稻根活着狀態之關係……………………………81
第三節　廢液施用與土壤硫化物生成之關係………………………………83
第四節　廢液施用與土壤氧化還元電位之關係……………………………88
第三章　以廢液爲基肥施用時，因還元性及土壤還元化而發生障礙之防止
方法……………………………………………………………………………90

頁

第四章　結論……………………………………………………………… 93

第六編　廢液固形化…………………………………………………… 94

第一章　概論……………………………………………………………… 94

第二章　目的、豫備試驗、處理法及收量…………………………… 94

第一節　蒸發乾固處理法…………………………………………… 94

第二節　氫氧化氨水處理法………………………………………… 94

第三節　氫氧化鈣水處理法………………………………………… 95

第四節　磷礦粉處理法……………………………………………… 96

第五節　以氫氧化氫氧化後加燐礦粉處理而蒸發乾固法………… 101

第三章　處理物之性質及成分……………………………………102

第一節　一般性質及成分與定量法及結果………………………102

第二節　吸濕試驗及其結果…………………………………………104

第四章　各種處理物之肥料的考察…………………………………106

第五章　結論……………………………………………………………106

總結論……………………………………………………………………107

參考文獻………………………………………………………………109

英文摘要………………………………………………………………127

導　言

Introduction

凡是化學工廠，除了主要製品以外，必有副產品及廢棄物，如果能够適當利用這些副產品及廢棄物，則必能減低主要製品之成本，這是經營化學製造工業者所不可不注意的。但是實際上往往因爲種種原因而遭遇困難。廢棄物中如果含有貴重成分，雖然利用困難，亦不可輕意放棄，亞硫酸紙漿之廢液即爲一例。

由植物抽出纖維的方法有亞硫酸法、硫酸鹽法及蘇打法等多種 (1)。用以上各種方法製造紙漿，其製品即因製法之不同而稱爲亞硫酸紙漿、硫酸鹽紙漿或蘇打紙漿 (2)。以亞硫酸法而得的蒸煮廢液即爲亞硫酸紙漿廢液。在這廢液中含有非纖維素及其分解生成物，即原來含於植物體中的芳香油類、葡萄糖、Pentose 等之糖類及 Lignin 等 (3)。最近因紙漿之增產，其廢液之產量亦逐漸隨之增加，因此對於此種廢液的利用研究更加重要。惟過去對於此液毫無利用，僅以簡單的化學處理而後 (4-15) 廢棄之。迨 1888 年 Adof Frank (16) 在柏林提倡利用廢液以來，至 1900 年十餘年間各種試驗研究雖然甚多，但仍未獲得實地利用之價值。嗣後此方面之研究逐漸進步，雖有稍可實地利用之趨勢，但因廢液成分如 Lignin 及其誘導體等之研究未曾徹底之故，尙未能達到工業化之境。其後經過多種之研究，例如 Lignin 及其誘導體等之定量法 (1, 17-89), 分離法 (90-96), 抽出法 (97-99), Lignin 與纖維素之關係 (100-105), Lignin 與纖維素之結合是物理的 (106-108), 或化學的 (109-113) 問題，又成因有多糖類說 (61, 107, 114-122) 及芳香族化合物說 (123), Lignin 構造 (120-130, 437) 及構造式 (131-133), 構造由 Fran 或由 Pyron 誘導體而形成之說 (134, 135), 又由 Benzen 誘導體而形成之說 (136-153), Lignin 中有 Methoxyl (319 50, 143-144) Acethyl (54, 67, 145, 146), Hydroxyl (147-149), Formyl (150), Carboxyl (151-153), Carbonyl (154, 155), Acrolein & Ethylen (156-161) 等之基，Lignin-sulfonic acid & Sulfonization (162, 166) 分子構造 (167) 利用 (168-169), 性質 (170-172), 誘導體 (173-205) 及其他 (206-318, 320) 各種研究均略有進步，且有二三製品已經成功，不僅對於此種廢液之利用問題可以解決，甚且對將來之發展亦可期待。玆爲明瞭過去之研究及利用狀況，就該項文獻中之比較重要者略擧於下。

Friese. H 氏 (321) 曾研究廢液蒸發殘渣之甲醇可溶物質。Melander 氏 (322) Dieckmann 氏 (323), Resnik 氏 (324) 及 Phillip 氏 (325) 等曾檢討廢液之殘渣。Tom linson, G.H. (200) 氏等曾就廢液中之 Lignin Sulfonic acid 分作數部分並調査其 Methyl 生成物之性質。Nippe W, (326) 及 Kazanskii A.S, (327) 兩氏亦有研究 Lignin Sulfonic acid 之性質，Jander 及 Jahr 兩氏 (328) 亦有施行調査廢液中之遊離及結合亞硫酸之含量。厚木 (229)、内田 (330) Partansky (331) 等各有確立廢液之分析法。其他還有廢液加水分解之研究 (332) 及 Hydrogenation (338), 性状 (333-337) 等研究。此外又有關于利用爲燃料方面之文獻，如 Strehlenert 氏 (339), 以廢液加注於硫酸鈉溶液中，使其石灰化，成爲硫酸鈣，除去後流入空氣而加壓，再加熱分解 Lignin Sulfonic acid 而一方面收回 SO -gas, 同時聚集 Lignin 即可利用爲燃料。Howard,

G.C. (340) 亦曾由廢液收回 Ca-Bisulfide. 並將 Lignin 物質利用做燃料。 Planson 氏 (341) 由廢液除去亞硫液類後，加硫酸，濃縮以爲燃料 。除去固形燃料之利用以外， 又有由廢液抽出液體燃料之研究 (342)。將廢液的 Lignin 物質化爲 Gasolin 及重油等。又由廢液可以收回香料，Honig, M.及W. Ruzicka (344) 氏等在 1931 年確認將氫氧化鈉加入廢液而處理時，則 Vanillin 可生成於液中。 Tomlinson, G. H. (201 345) 確認 Vanillin 是由廢液中的 Lignin-Sulfonic acid而來的。即由 Sulfon 酸基加水分解 (202) 而得。 Leger, F. 氏 (199) 認爲 Vaillin 生成時，亦可副生 acetovanillon 及 acetogyringon 等物質，並由廢液分離 Guaiacol (346)。Bucklande, I.K. (198) 等亦曾由廢液分離 Aceto Vanillon. Petrov (347), Rafanova (348) 等曾由廢液中獲得芳香性物質。德岡及徐 (349) 兩氏處理蔗渣紙漿廢液確認 Vanillin 之生成。其他 Lantsch (350), Holmberg (351) 均有確認 由廢液 可得芳 香性之物質 。最近復有 由廢液收回 Tannin 代用物質之研究 (352. 413-416)。 即 Eitner, W. (353) 曾就廢液調製 Tannin 代用物質，認有鞣革之作用。村田 (354) 亦曾由廢液收回鞣劑。關于廢液鞣革作用之原理，前田氏 (355, 356) 有所說明，謂此種作用是靠 Lignin-sulfonic acid 的 Hydroxyl group 及 Sulfonyl group 的界面作用。即 Sulfonic acid group 和皮的遊離 Amino group 結合成爲離子形態，於是皮才能吸着 Lignin sulfonic acid 之分子 ，而鞣革反應則可順利進行 。故可知 Lignin sulfonic acid 分子中， Sulfonic group 愈多鞣皮作用愈强。其他鹽類 (357, 358) Lakton (361), Lignin sulfonic acid (359, 360), 草酸 (362, 363), 乙酸 (364, 365), 蟻酸 (364), 甲醇 (365), tannin (366) 等之物質亦可能收回。 又因廢液中含有醱酵性糖分， 所以醱酵時亦可得乙醇 (367, 421-425), 丁醇 (368), Aceton 等。但此乙醇含有少量甲醇、 Terpen 油及 Aceton 等 (367), 不適合食用，但可作爲工業上之用。又於廢液中可以採取脫色炭 (369)。即 Mathen (370), 加以適用處理可由廢液而得脫色炭。其他尙有製粘着劑 (406-408), 煉炭製造，道路舖裝 (371, 409), 製紙 (410, 412), 製酵母 (342), 製飼料 (373, 417, 418), 色素 (419, 402) 染料 (342), 合成樹脂 (342, 374) 及其他的有機物質 (385) 等之利用。又有醱酵方面 (329, 376-381), 論說 (342, 382, 383), 特許 (374, 384-386), 其他 (387-405) 等之研究報告。但其多數皆未達到經濟利用之域。

就以上文献觀之，可知亞硫酸廢液用途很廣，如鞣劑，香料，酒精， 燃料， 酵母， 肥皂代用品，樹脂物質，色素染料， 活性炭素等皆可利用之， 但此種廢液就其成分而言， 實不能輕視其肥料價值， 惟因過去研究尙未徹底， 故迄未能充份利用。 亞硫酸蔗渣漿廢液在臺灣是以蔗渣處理而得之一種特殊亞硫酸廢液， 比一般亞硫酸廢液之肥料價值可能較高 ， 所以著者即就蔗渣漿廢液開始研討其有關肥料之問題。玆將研討結果報告如下，以資參考。

本研究之廢液係蒙前臺灣紙漿工業株式會社大肚工場長荻原鐵藏氏惠贈 ， 研究時並蒙前臺北帝國大學敎授德岡松雄博士之指導 ， 及前臺北帝國大學農學部 農藝化學科土壤肥料學研究室敎職員之協助，特記載於此表示感謝。

勘　誤　表

誤	正	頁	下向上行	上向下行
Benzen	Benzene	1		17
Ca-Bisulfide	Ca-bisulphide	2		2
亜硫液	亜硫酸液	2		2
Gasolin	Gasoline	2		3
Yield some crops	Yield of some crops	7	13	
氣化鉀	氯化鉀	12		15
對肥學的立場	對肥料學的立場	12	2	
Pernor	Pernau	34		1
Peruno	Pernau	39	14	
鹽銨	氯化銨	44		14
121 分 2 次	12 L. 分 2 次	45	7	
241 分 2 次	24 L. 分 2 次	45	6	
照 A. S. K. 法 (501) 之得如	照 A. S. K. 法 (501) 得如	46		5
hydrochloric and	hydrochloric acid	49		2
故其水，質	故其水質	55		2
Cl, Po, P_2O_5	Cl, CO_2, P_2O_5	56		2
Fe_2 O_2	Fe_2 O_3	57		12
因發液施用	因廢液施用	59	14	
管原 (526)	菅原 (526)	61		13
硫加	硫酸鉀	62		4
炭素	碳 (所有炭素改爲碳)	63	14	
炭素率	碳率 (所有炭素率改爲碳率)	64	11	
(6) 視粗脂 (肪熱乾物中%)	(6) 粗脂肪 (熱乾物中%)	66		4
鹽化物	氯化物	69	2	
Ethor	Ether	70		12
Methano	Methanol	70		14
KOH-Methanol 液液	KOH-methanol 液	70		14
Vitamin Bo	Vitamin B.	71		2
Pnenol	Phenol	72	10	
硫加	硫酸鉀	81	10	
合計 2 化亦最少是 25.5g	合計 2 區亦最少是 25.5g.	83		2
由其是	尤其是	84		2
$H_2S_2+I_2=2HI+S$	$H_2S+I_2=2HI+S$	84	2	
Sulfit	Sulphide	85	12	
cds	CdS	85	10	
N/100 碘溶淚	N/100 碘溶液	87		7
Podosol	Podzol	89		6
Podsolised	Podzolised	89		6
在稻作之堪水	在稻作之湛水	89		8
酸性土壤由堪水	酸性土壤由湛水	89		10
applicatien	Application	92	11	
Previus	Previous	94		16
Sylop	Syrop	94	6	
Lignrne	Lignin	96		11
SiO	SiO_2	96	13	
50C	50°C	97	12	

誤	正	頁	下向上行	上向下行
磷礦粉 1.3g+廢鈣 100c.c.	燐礦粉 1.3g+廢液 100c.c.	97	3	
水液性 P_2O_5	水溶性 P_2O_5	99		15
Gunniug	Gunning	103		10
Satunated	Saturated	105		6
Mgo	MgO	107		18
窒素	氮	108		4
K_2O_5	P_2O_5	108		12
Specifie	Specific	127		13
boxical	toxical	127	3	
12kg of soil to the soil as top	12kg of soil as top	128		3
so remarkable increased	so remarkably increased	128		7
coefficients	coefficients	128	4	
Sulfide	Sulphide	129	21	

第一編　廢液組成及其分析法

Part I. Constituents of waste liquors and its analytical method.

第一章　　概　　論

Chapter I.　　Introduction

亞硫酸紙漿廢液之研究不僅爲檢討紙漿蒸煮機構而已，對於由工廠生產的大量廢液之處理和利用亦爲必要。然因廢液組成甚爲複雜研究亦非容易，故迄今尙未獲得一個理想的利用法。這亦是因廢液分析法沒有精密完善，未能徹底明瞭廢液之組成，及其主要成分，例如 Lignin sulfonic acid 或各種糖類之定量法。最近據 Schwalbe (426), Part ansky (331), 厚木 (329), 內田 (438, 330) 及德國公定法 (427) 之報告始能明白廢液之組成及其分析法。然廢液之性質和組成是由原料及蒸煮條件尤其是蒸解液之不同組成而有不同。因此不得不就肥料學的立場再來檢討本研究所用的廢液。

第二章　廢液之性質及其成分分析法

Chapter II. Properties of waste liquors and its analytical method.

本廢液之性質及其成分分析法如下：

(1) 色和臭

肉眼鑑定法

(2) 比重 (d)

用比重壜測定法

(3) Bé

若比重 > 1 就用 $Bé=144.3\times\frac{d-1}{d}$，比重 < 1 則用 $Bé=144.3\times\frac{1-d}{d}$ (428) 計算之。

(4) 粘度 (at 20°C)

用 Ostwald 粘度計測定，其算式如下

$$y=0.01013\times\frac{d\times t}{t_w\times 0.998259}$$

〔註〕 y…廢液比粘度，　d=廢液比重

t…廢液流下時間(秒)，　t_w …水流下時間(秒)

0.01013…水粘度係數 (at 20°C) (430)

0.998259…水比重 (at 20°C) (429)

(5) 全固形分

採取一定量之廢液，蒸發乾固後放在 100-110°C 的乾燥器內使其乾燥至于恒量即得全固形分

之概量。

(6) 有機物及無機物

在 600°C 的電氣爐內燃燒廢液固形分時所留下來的殘物即可代表無機物，再由全固形分減除無機物即可代表有機物。

(7) 膠質及結晶質

將廢液注入半滲透性薄膜內，放在水中，約二星期，待其酸性全部消失時，將膜內的殘液乾固秤量，即得膠質之量。再由全固形分減除膠質量即是結晶質之量。

(8) 樹脂及脂肪

照厚木的方法 (329) 行之，即以酒精和 Benzin 將廢液固形分抽出而測定之。

(9) 蛋白質

用 Gunning 變法，先定量固形物之全氮量，再乘係數 6.25而得之。

(10) Lignin 及 Pectin 質

照厚木方法 (329) 施行，即就廢液固形物減除樹脂，脂肪，蛋白質等而殘餘者即是。

(11) 全硫

將發煙硝酸注入廢液中，經 24小時，待 Sulfonic acid 完全氧化分解之後，蒸發乾固，用水溶解而後照常法定量之。

(12) 亞硫酸

廢液中的亞硫酸除去遊離形態外還有與 Lignin 及糖類結合之形態。此等成分之分析非常複雜而且困難。關于此方面丸澤氏 (431) 已有詳細報告，除特殊研究外不必詳加檢討。即就全亞硫酸，遊離亞硫酸及緩結合亞硫酸三者定量即可，因此可用內田氏之方法 (330) 定量之。

a) 遊離亞硫酸及緩結合亞硫酸

將廢液 5c.c. 移入三角瓶內，用 N/10 碘溶液滴定而求遊離亞硫酸之量，再加 20% KOH液 20c.c. 用氫氣置換瓶內之空氣後，密封放置一點鐘始加鹽酸使其氧化，再以 N/10 碘溶液滴定，而求緩結合亞硫酸之量。

b) 全亞硫酸

以常法測定之。

(13) 全糖類

以厚木氏定量法 (329) 測定之。

(14) 酸度

以內田氏碘法施行之 (330)，是弱酸定量法的一種變法 (432)。

(15) 灰分中各成分

照常法施行。

(16) 碘消費量

廢液中本來有很多的還元性物質，例如亞硫酸等。此在空氣中極易氧化，所以廢液放置空氣

中必隨時間變化其狀態。著者因要使用狀態一定之物，故就廢液在空氣中的氧化狀態加以檢討。

(17) 反應

用 Antimony 電極法測定之。

第三章 廢液之性質及其成分分析結果

Chapter III. Properties of waste liquors and its results of the elemental analysis.

照前章方法分析而得下列結果。

第 1 表 廢液之一般性狀與組成

Table 1. General properties and constituents of waste liquors.

色澤及臭	黃褐色刺激臭少	Lignin	9.002g/100c.c.液
比重 (20°C)	1.043	全硫黃	1.073 〃
Bé	5.949	遊離亞硫酸	0.054 〃
比粘度 (20°C)	0.013	緩結合亞硫酸	0.380 〃
酸度 (N/原液)	0.131	全亞硫酸	0.434 〃
反應 (PH/原液)	4.230	全糖類	1.276 〃
全固形分	10.498g/100c.c.液	結晶質	9.986 〃
有機物	8.727 〃	樹脂及脂肪	0.041 〃
無機物	1.771 〃	蛋白質	0.211 〃
膠質	0.515 〃		

第 2 表 碘 消 費 量

Table 2. Ammounts of Spended Iodine.

廢液放在空氣中日數	N/10碘液滴定數 c.c. (但原液使用 2c.c.)
0 (出廠時狀態)	1.72
15日	1.37
30日	0.70
60日	0.69
90日	0.68

由上表觀之可知廢液放在空氣中約經一個月即可達平衡安定狀態，著者研究時所用廢液即爲此種狀態者。

第 3 表 灰分的組成

Table 3. Constituents of Ashes.

成分名稱	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	CO_2	合計
含量 (%)	4.13	0.70	3.34	58.60	30.28	0.43	0.25	1.64	0.85	100.22

觀上表可知灰分中大半是 MgO 硫酸亦不少，因此可知此種灰分組成是以硫酸鎂爲主。茲就第 1 表及第 2 表的記載而求出廢液 100c.c. 中肥料三要素量及其他無機物量如第 4 表。

第 4 表 肥料三要素量及無機物量

Table 4. Ammounts of three elements and inorganic matters in the 100c.c. liquors.

成　分	含量 (g/100c.c. 廢液)	成　分	含量 (g/100c.c. 廢液)
N	0.0338	MgO	1.0378
P_2O_5	0.0290	Na_2O	0.0044
K_2O	0.0076	SO_3	0.5363
SiO_2	0.0731	CO_2	0.0151
Fe_2O_3	0.0124	合計	1.3987
CaO	0.0592		

觀上表可知三要素之中氮最多 (0.0338g), 磷次之 (0.029g)，鉀最少 (0.0076g)；而三要素以外的成分中最多者是鎂(1.038g), SO_3 次之 (0.5363g), 硅酸、石灰亦含有相當之量，但鐵、鈉、碳酸等量皆極微少。

第四章 結　論

Chapter IV. Results

本廢液之組成，照上述結果看來，其固形分含量，比重，粘度及 Be 度等皆低。固形分中約 80%以上是 Lignin 物質，此外尚有硫酸、石灰、硅酸等無機物。又氮、磷、鉀三要素雖其含量甚少但亦有含之。又鐵、鈉、碳酸等亦有少量，此等要素多是植物生育上不可欠缺者，例如佔固形分 80%强的有機物，又佔無機物的大半的鎂都對于植物生育 (433-435) 及生產上 (436) 有相當重要的。所以此種廢液實含有相當貴重的肥料成分。茲分數編論述廢液之肥効，對於土壤性質及作物組成之影響等。

第二編 廢液之肥效

Part II. Manurial effects of the waste liquor.

第一章 概 論

Chapter 1. Introduction

對于亞硫酸紙漿廢液之肥效從來甚少有人研究。玆將過去所有之文献簡略介紹如下：據 Spulnik氏 (439) 報告由亞硫酸鈣法產生的廢液對于向日葵有肥效。 Stutzer 氏 (440) 認為此種廢液可利用作灌漑水，但遊離亞硫酸若超過 0.06%則有阻害植物的生育，在 0.02% 以下則有肥效。又據臺灣糖業試驗所 (441) 報告，由亞硫酸鎂法產生之廢液對于甘蔗之生育有阻害作用。 Knosell 氏 (442) 有報告廢液對牧草有肥效。又 Phillips 氏 (443) 應用 Davis & Shall (444) 的研究，使錏氣吸着於廢液，蒸發殘渣而製成一種氮質有機肥料，但其肥效不佳。 Kobe 氏 (445) 亦曾檢討此種問題。又據 Schiffer 氏 (446) 稱 Lignin 有肥料價值。綜觀上述即可證明廢液確有肥料價值。如斯以廢液來做肥料的研究，非常少數。且大多數是關于木材紙漿廢液的研究，至于由亞硫酸鎂法所產生之蔗紙漿廢液之肥料價値則尚未明瞭。惟據前編所述可知蔗紙漿廢液含有相當的有效成分，所以開始檢討施用廢液對于水稻，陸稻，小麥及亞麻等作物之影響。又廢液施用之效果，其主要原因是否在于鎂之存在，此外廢液殘效問題亦有加以研究之必要。玆分章論述於下。

第二章 廢液施用對于作物生育及收量之影響

Chapter II. Effects on the growth and yields some crops by the application of the waste liquor.

第一節 水 稻

Rice

著者自民國 29年至民國 32年 4年間以盆栽或田間試驗方法，檢討以廢液作爲追肥或基肥施用時，對於水稻生育及收量之影響。玆將試驗結果摘錄如下：

I. 追 肥 試 驗

目的爲明瞭以廢液爲追肥施用對于水稻生育及收量之影響及其最適施用量而行本試驗。

A. 盆栽試驗

施行二次，各次共同之栽培條件如下：

(1) 土壤

國立臺灣大學附近的丘陵地土壤屬于第 3 紀砂岩頁岩之壤土 pH=6.6 使用量每盆爲 5kg。

(2) 肥料

每盆硫銨 (21%) 3.5714g, 過燐酸石灰 (19.5%) 3.2257g, 硫酸鉀 (48%) 0.925g

(3) 管理

栽培期間將盆放在玻璃室內經 2~3日灌水一次，注意除草，驅蟲等一般管理事項。

第一次試驗

以調查廢液施用對于水稻生育及收量之影響爲目的，於民國 29年第一期作擧行，各區施用廢液全量如第 5表每星期施用一次，共分四次。

第 5表 廢液施用量

Table 5. Ammounts of the applied liquors.

區別	1	2	3	4	5	6	7
全施用量 (c.c.)	0	8	20	40	80	120	200

以臺灣大學農學院農場育成之臺中 65 號水稻苗供試，於民國 29年 4月 2日挿秧，於同年 8月 19 日收穫。

(1) 生育調查

結果如第 6表，表中數字是各區 2盆的平均數字，以下類此。

第 6表 生育調查

Table 6. Effect of the waste liquor on the growth of rice plants.

區別	5月6日		5月27日		6月18日		6月29日		
	株高(cm.)	分蘖	株高(cm.)	分蘖	株高(cm.)	分蘖	株高(cm.)	分蘖	穗數
1	70.0	5.5	106.5	8.0	131.0	8.5	134.0	10.0	1.5
2	68.5	7.5	102.0	10.5	126.5	10.5	127.0	10.5	0.5
3	63.0	6.0	101.5	8.5	127.5	8.5	136.0	9.0	0.5
4	71.5	5.5	99.5	8.0	129.5	10.0	130.1	10.5	1.5
5	73.0	5.5	101.0	9.0	130.0	11.0	130.0	12.5	0.5
6	46.0	3.0	82.0	4.0	107.0	5.0	107.0	7.0	0.0
7	41.0	4.0	78.0	5.0	107.0	6.0	112.0	7.0	0.0

區別	7月16日			7月30日			8月19日 (收穫日)		
	株高(cm.)	分蘖	穗數	株高(cm.)	分蘖	穗數	株高(cm.)	分蘖	穗數
1	135.5	12.5	5.0	141.0	13.0	8.5	143.0	13.0	11.0
2	135.7	13.0	5.0	143.0	13.0	8.0	143.5	14.0	10.5
3	144.0	15.0	5.5	144.0	15.0	7.0	146.0	15.0	10.5
4	143.5	13.5	6.5	144.5	15.0	8.0	144.5	15.0	11.5
5	139.5	13.5	6.5	144.5	13.5	8.5	146.5	15.0	11.5
6	119.0	14.0	0.0	123.0	15.0	2.0	133.0	15.0	5.0
7	125.0	8.0	0.0	133.0	8.5	2.0	138.0	10.0	6.0

觀上表由 5月 6日至 6月 29日，2至 5區株高皆與標準區略同，但 6, 7區甚劣。7月 16日以後，2至 5區皆比標準區爲優。而結果 6, 7區之收穫成積並不遜于標準區。次就分蘖數觀之，2至 5區在生育期內皆比標準區較優。但 6區在 7月 16日以後則有顯著的增蘖。在收穫當日 3至6區其分蘖數均爲 15枝，比標準區較多而 7區亦達 10枝之多。再次就出穗數觀之 1至 5區在 6月 29日以前出穗，6, 7區延遲頗久至 7月 21日始出穗 2枝。廢液施用對于出穗期之影響概如第 7表。表中出穗期是 2盆出穗日之中間日。

第 7 表 出 穗 期

Table 7. Effect of the waste liquor on the earing of rice plants.

區別	1	2	3	4	5	6	7
出穗期	6月 30日	7月 2日	7月 5日	7月 1日	7月 4日	7月 21日	7月 21日

觀上表出穗最早是標準區的 6月 30日，最遲是 6, 7區皆在 7月 21日其他各區界於其中，彼此差異甚少。因此可見施用廢液稍能促使出穗遲延，但施用量在 80c.c. 以下則其影響甚少。

(2) 收穫物調査

結果如第 8表：

第 8 表 收穫物調査（乾重）

Table 8. Effect of the waste liquor on the dry yield of rice.

區別	穀實 (g)	地上部 (g)			地下部 (g)	總計	T/R
		穗	藁	合計	根		
1	19.1	20.1	70.5	90.6	7.7	98.3	11.9
2	20.2	21.2	82.0	103.2	9.7	112.9	10.9
3	20.1	21.1	83.5	104.6	10.7	115.3	10.3
4	21.1	23.0	79.0	101.0	9.0	110.0	11.2
5	23.6	24.6	85.5	110.1	11.5	121.6	10.2
6	10.0	10.7	67.0	77.7	6.5	84.2	11.9
7	9.2	9.8	54.0	63.8	6.5	70.3	9.8

由上表觀之施用量在 80c.c. 以下各區（即 2至 5區）成積皆比標準區較好，施用量至 80c.c. 以上則漸差而以 7 區最低。又就穀實收量觀之 2 至 5 區亦皆比標準區較優，而以 4、5 兩區收量最多。施用量至 120c.c. 則收量劇減至 200c.c. 愈益顯著。次就 T/R 觀之均在 9.8-11.9 之間且相互間之差異甚少。

考查及摘要 Discussion and Summary

就以上的栽培試驗結果綜合觀之，廢液施用量至 80c.c. 對于水稻生育及收量頗有良好之影響。然施用量如超過 80c.c. 時則有惡劣之影響。所以可知對於水稻廢液最高用量是每 5kg 土壤 80 c.c.，尤以 40c.c. 及 80c.c. 兩者最佳。兹藉 Spulnik 氏 (439) 之理論來說明原理，則因施用廢

液，能增加植物養分，又因鹽基置換能使土中不溶性及難溶性之物質變爲可溶性而可利用之形態。又本廢液亦有相當有肥效成分，前已說過現爲進一步認識其重要性起見，再加以檢討。先以 Lignin 來說這是腐植的原料，亦是土壤有機物的給源，所以頗爲重要。其次就硫磺觀之 (433) 這對蛋白質的生成頗有關係 (447)，尤其對于綠色植物有機物之造成作用更爲必要。其三是鎂，這對于蛋白質之生成移動以及種子之形成很有關係 (433-435)，最近復有報告認爲對于植物生長上具有特殊之效果 (436)。因爲含有肥效種種之重要物質，所以施用廢液能使作物增產其理是當然的。其次考察施用廢液過多之害，實因其還元作用 (640) 所致，施用少量時，影響極微，未達致害程度，但施用多量則因還元性物質如亞硫酸鹽，Lignin (393)，酸性有機物等 (295) 之還元作用，引起土中氧氣的極端消耗，或者在土中生成對植物有害的還元性物質 (448)，而妨害植物之生育。玆再將本試驗結果之要點摘錄如下。

i) 對土壤 5kg 廢液施用量若在 80c.c. 以下則能促進水稻生育增加收量，但用量若達 120 c.c. 則發生有害現象，達 200c.c. 時則爲害更爲顯著。

ii) 以穀實收量言廢液對水稻的最適用量是土壤 5kg，用廢液 40c.c. 至 80c.c. 爲適當。

iii) 因施用廢液出穗稍有遲延，但用量在 80c.c. 以下則其影響甚少。

第二次試驗

爲明瞭前次試驗之準確，乃於民國 30年第 1 期作再行試驗重加檢討，各區廢液施用量爲第 9 表。

第 9 表 施 用 量

Table 9. Ammounts of the applied liquors.

區別	1	2	3	4	5
廢液 (c.c.)	0	8	20	40	80

廢液分 4次施用 (分施日期爲 3月 26日，4月 3日，4月 17日，4月 25日) 亦以臺中 65號水稻供試于民國 30年 3月 18日插秧，同年 8月 4日收穫。

1) 生育調查

結果如下表：

第 10 表 生 育 調 査

Table 10. Effect of the waste liquor on the growth of rice plants.

區別	4月30日		5月15日		6月2日		6月20日	
	株高 (cm.)	分蘖	株高 (cm.)	分蘖	株高 (cm.)	分蘖	株高 (cm.)	分蘖
1	69.0	4.5	96.0	10.5	112.0	11.0	119.5	11.0
2	73.0	6.5	103.5	12.5	113.0	17.5	117.5	18.0
3	71.0	7.0	103.5	11.0	114.5	14.5	119.0	14.0
4	71.5	6.0	97.5	12.0	115.5	14.5	126.0	14.5
5	77.0	5.0	101.0	11.0	117.0	14.0	118.0	14.0

區 別	7 月 17 日			7 月 30 日		
	株 高 (cm.)	分 蘗	穗 數	株 高 (cm.)	分 蘗	穗 數
1	125.0	11.0	9.5	125.5	11.0	10.5
2	132.0	17.0	9.0	132.0	15.5	12.5
3	129.5	14.0	13.0	126.5	14.0	13.0
4	124.5	13.0	12.5	124.5	13.0	13.0
5	127.5	13.0	12.0	128.0	13.0	13.0

觀上表，可知廢液施用區（2區至 5區）株高皆較標準區（1區）爲高，但與施用量却沒有一定的關係。又廢液施用區之分蘗數及穗數均較多。廢液用量愈多分蘗增加率却愈低。但對穗之生長則有良好之影響。廢液施用與出穗期之關係，如第 11 表：

第 11 表 出 穗 期

Table 11. Effect of the waste liquor on the earing of rice plants.

區 別	1	2	3	4	5
月 日	6/25	6/26	6/26	6/26	6/26

由上表觀之廢液施用區 (2 區至 5區) 出穗期都是 6 月 26日，比標準區 (1 區)遲延一日。

2) 收穫物調查

結果如第 12 及 13 兩表。

第 12 表

Table 12. Effect of waste liquors on the yield of rice.

區 別	地上部 (g)			地下部 (g)	總 計	T/R	根 長
	穗	藁	計	根	(g)		(cm.)
1	11.2	46	57.2	12	69.2	4.76	29
2	10.5	50	60.5	11	71.5	5.50	33
3	18.1	43	61.1	14	75.1	4.36	27
4	14.2	54	68.2	15	83.2	4.54	30
5	12.7	49	61.7	14	75.7	4.41	36

第 13 表

Table 13. Effecf of waste liquors on the yield of rice.

區別	穀 粒						分 蘗 數		一穗穀粒數	
	籾		粃		計		總 數	有效數	量 (g)	數
	量 (g)	數	量 (g)	數	量 (g)	數				
1	8.6	452	1.8	300	10.4	742	11.5	10.5	0.99	70.7
2	8.5	453	2.0	402	10.5	855	15.5	14.0	0.75	61.1
3	10.9	495	1.1	239	12.0	734	13.5	12.0	1.00	55.3
4	11.8	621	1.4	807	13.2	923	14.5	13.0	1.02	71.3
5	11.7	595	0.7	192	12.4	787	14.0	12.5	0.99	62.9

由第 12 表觀之，廢液施用至 80cc. 之區，其收穫物均見增加。而以施用 40cc. 及 80cc. 兩區特別良好。又就根的收量觀之則除去 80cc. 施用區外亦是皆比標準區之收量較好。又穗及藁亦有同樣的關係，但與廢液用量並無特殊的關係。次就第 13 表之結果觀之，則廢液施用能夠增加穀粒之收量，尤其是 40 cc. 及 80 cc. 兩區特別顯著，分蘗數亦在廢液施用區為多，然施用量愈增加，則分蘗之增加率愈降低。

考查及摘要 Discussion and Summary

就前記諸調查之結查觀之，廢液至 80c.c. 施用量確能促進水稻之生育及收穫，其增收理由，在第一次盆栽試驗時，已經說過，總之廢液所含之成分為增收之强力因子，固無可疑。而此成分對于植物生育頗為主要亦已在前次試驗結果略述其大概今再較詳細的檢討即如下：

廢液成分已如第一編所述含有有機物，鎂、硫酸、珪酸、磷酸、鈣、鉀等。先就鎂來說，由植物生理上觀之與植物生育有密切之關係。又與種子形成亦有效果者 (433-435)。因此植物生產上甚為重要之要素 (436)。最近 Taylor (449) 氏於畢作中，就數種作物試驗結果已判明硫酸鎂之肥效甚大。依 Scharrer 氏 (450) 之研究報告謂鎂之有效率係因土壤中鎂含量之多寡即有影響，即含量愈小效力愈大。又就植物生理上觀之，鎂之施用，能助磷酸之吸收 (451, 452), 而降低石灰之吸收 (453)，且提高植物體中鎂含量及利用率，減少鎂缺乏症之罹病率。又鉀鹽如氯化鉀之施用，能增加植物體中之鉀及石灰而減少鎂之含量 (454)。硫黃是植物生理上之一重要元素，而能增加蛋白質及糖分，由 Shropp (455) 之研究結果甚為明瞭。又硫黃化合物亦能促進種子之發芽作用 (456)。其次是硅酸，能使强健植物體組織，提高病蟲害之抵抗力 (457-460)，尤其是對于豫防稻熱病為有效自昔已經判明 (433, 461-467), 且硅酸對於植物生理 (457) 與植物生產上有甚重要之作用 (466, 468, 469)。從來對于硅酸之研究甚多，今就其關于植物生理方面之研究 (458, 470-469) 介紹則如次。

(1) 硅酸可代用硫酸 (478)，對于結實作用，效果甚著；其效果又與鐵之關係為密切，即鐵分量小，效果則大。

(2) 硅酸 (479) 在植物體內可能助長磷酸之肥效 (480)，幫助植物結實之作用。

(3) 硅酸可能減少 (481) 植物體內之磷酸、硫酸、錳、石灰等之無機物吸收。

(4) 硅酸對于鉀之關係，有小野寺氏之研究判明硅酸對於粟之增收能招致好效果，且鉀量愈大，其效果亦愈大 (482)。

(5) 在植物體內硅酸不能代用氮素 (484)，而硅酸之效果，是在多發生病害之氮素多量區甚著，在氮素少量區亦可認識，因此硅酸之作用不僅減少因氮素過多之病害。

其他有機物、磷酸、石灰、鉀等亦是植物之重要養分，已為肥料學之常識，對其效果無須重述。

如此對肥學的立場觀之，廢液是含有肥料之重要成分，其肥效如對水稻增收理由自應明瞭。因此該液有充分實用的可能。

最後因施用廢液，水稻之出穗，稍為延遲，這種現象一見似不利，但由於 (1) 延遲程度不顯著，(2)對穀實收量之影響甚少 (3) 又另一方面說來出穗之延遲與多肥現象稍有平行之關係。故適度之廢液施用量絕無影響全體的收量。

以下就本試驗結果摘要如下：

1) 廢液施用可能增進水稻生育及收量，即對 5kg 土壤廢液用量 40c.c 及 80c.c. 認為最適用量。

2) 廢液影響水稻出穗甚少。

B. 田 間 試 驗

a) 國立臺灣大學農學院農場之試驗。

(一) 無併用堆肥之試驗。

本試驗施行四次，惟其內容在各次試驗稍有異處，但將其共通之點列舉則如下。又為求廢液連用之影響，四次試驗都在一處舉行。

i) 地點：國立臺灣大學農學院農場水田，每區 5 坪

ii) 肥料種類及用量

每區硫酸銨 (21%) 0.629kg,

過磷酸石灰 (19.5%) 0.702kg

硫酸鉀 (54%) 0.278kg

iii) 廢液施用量及算出法

五坪為一區，其土壤重量，若耕土的深度為十公分，又以 0.9 為土壤比重（密狀態）時，則達 1500 公斤之多。然據第一次的追肥盆栽試驗結果，獲知對每土壤 5 公斤的最適廢液用量是 40c.c. 與 80c.c. 故由這數字為準而算出一試驗區之量。即是 12L 與 24L, 都分為 2 回施用。

iv) 管理

栽培中極力注意灌溉、除草、驅蟲等事項。

第 1 次 追肥田間試驗 (民國29年第2期作)

區別及其內容如下：

區 別	1	2	3	4
廢液用量	0 (無肥料區)	0 (標準區)	12 L	24 L

將在臺灣大學農學院附屬農場養成之臺中 65 號苗於民國 29 年 8 月 16 日插秧，每區 260 株，於 9 月 3 日，9 月 21 日除草各一次，同年 12 月 3 日收穫。廢液區是三要素加廢液施用之區的意思。廢液施用分 2 期 (9 月 9 日，9 月 25 日)。

試 驗 結 果

1) 收量

收穫後即時分離藁稈及穀實，日乾後、秤量、第 14 表是平均收量及其比較數 (標準區為 100)。

第 14 表 全 收 量

Table 14. Effect of waste liquors on the total yield of rice.

區別	穀實		藁	
	收量（公斤）	比較數	收量（公斤）	比較數
1	3.05	68	3.65	61
2	4.47	100	6.02	100
3	4.74	106	6.35	106
4	4.87	109	6.80	113

由是觀之可知廢液之施用，在圃場亦有增收之效果。

2) 收成物調查

就各區對角線上的任意 20 株，觀察藁及穗重量，藁長，穀粒總數，穀與粃之數量，分蘖數，有效分蘖，每穗穀粒之數量，其結果如第 15 表：

第 15 表 收成物調查

Table 15. Effect of waste liquors on the yield of rice.

區別	收成物 (g)			穀粒						分蘖數		每穗穀粒		藁長 (cm.)
	全量	藁	穗	穀		粃		計		總數	有效數	量(g)	數	
				量(g)	數	量(g)	數	量(g)	數					
1	25.1	12.5	12.6	11.0	402	0.3	61	11.3	463	7.6	6.8	1.68	68	83.3
2	47.0	26.0	21.0	18.3	660	0.4	61	18.7	721	11.4	10.7	1.77	67	92.2
3	48.3	26.6	21.7	18.9	696	0.3	51	19.2	747	12.0	11.3	1.70	66	94.8
4	50.4	28.4	22.0	18.3	703	0.5	64	19.3	767	12.0	11.7	1.70	60	93.0

由是觀之 3,4 區即廢液施用區都有表現廢液之效果。總而言之，可知施用廢液在圃場亦可增加稻穀之收量。

第 2 次追肥田間試驗 (民國30年 第1期作)

實施條件與地點皆與第 1 次追肥圃場試驗相同。就臺大農學院附屬農場養成之臺中 65 號種苗，於民國 30 年 3 月 15 日挿秧，即一株三枝，而每區 260 株，又 3 月 25 日及 4 月 8 日施行除草各一次，廢液分爲 2 次於 3 月 26 日及 4 月 10 日等量施用同年 7 月 10 日收穫之。

試驗結果

(1) 收穫物調查

收穫物即時分爲稻稈及稻穀，天日乾燥，秤其收量。結果如第 16 表：

第 16 表 全　收　量

Table 16. Effect of waste liquor on the total yield of rice.

區　別	籾		藁	
	收　量 (kg)	比　較　數	收　量 (kg)	比　較　數
1	2.81	72.05	2.16	50.35
2	3.90	100.00	4.29	100.00
3	4.65	119.23	5.87	136.82
4	5.21	133.58	4.83	112.58

就稻穀收量觀之，第四區的 5.21kg 最高，而依第 3, 第 2, 第 1 區之序減少。故可見廢液施用在圃場試驗亦有效果。又就稻桿收量觀之，亦見施用廢液之效果。

(2) 收穫物調查

就各區對角線上的任意 20 株實施調查。其結果 (平均) 如第 17 表：

第 17 表 收 穫 物 調 查

Table 17. Effect of waste liquors on the yield of rice.

區別	收穫物 (g)			穀粒						分蘖		每穗穀粒		稈長 (cm.)
	全量	稈	穗	穀		粃		計		總數	有效數	量 (g)	數	
				量(g)	數	量(g)	數	量(g)	數					
1	17.7	8.7	9.0	8.6	461	0.6	82	9.2	543	8.8	8.5	1.06	63.8	65.9
2	25.0	10.0	15.0	13.7	530	0.7	137	14.4	667	11.1	10.6	1.36	62.9	63.5
3	33.4	13.7	19.7	13.0	660	0.7	120	13.7	780	14.4	12.6	1.46	60.9	72.8
4	32.5	13.0	19.5	18.0	681	0.6	119	18.6	800	13.2	12.9	1.44	62.0	75.5

由上表觀之可知在田間施用廢液亦有增收的效果，尤其是全收量，穀粒收量，分蘖及每穗穀粒特別顯著。

第 3 次 追肥田間試驗 (民國30年 第二期作)

依照第 1,2 次試驗結果，大略我們可知廢液在田間確有相當程度的效果但進一步須要闡明如上程度的用量運用對于收量及生育之影響。於是依照第次 2 試驗條件再繼續作第 3 次的田間試驗。

於民國 30 年 8 月 9 日插臺中 65 號秧，3 枝為一株，每區 240 株，除草 2 次 (8月 15 日，8 月 26 日) 同年 11 月 24 日收穫，廢液分 2 次 (8 月 19 日，8 月 29 日) 施用。

其結果如下：

(1) 收量調查

收成後稻藁及穀實分開，以天日乾燥，乾燥後秤量，第 18 表是表示 2 區平均的結果及其收量比較數。

第 18 表 全 收 量

Table 18. Effect of waste liquors on the total yield of rice.

區別	穀實		稻藁	
	收量 (kg)	比較數	收量 (kg)	比較數
1	3.35	94.9	3.40	76.7
2	3.53	100.0	4.43	100.0
3	4.50	127.5	4.80	108.4
4	4.55	128.9	5.11	115.3

就穀實收量觀之，第 4 區的 4.55kg 最高而依第 3, 第 2, 第 1 區之序而減少。則可見廢液施用有效，又就稻藁觀之即第四區之 5.11kg 最高第 3 區之收量次之無肥料區之 3.40kg 爲最少。

(2) 收穫物調查

玆爲明瞭各區收量的部分關係，就各區對角線上之任意 20 株舉行調查各項目，其結果如第 19 表：

第 19 表 收 穫 物 調 查

Table 19. Effect of waste liquors on the yield of rice.

區別	收穫物 (g)			穀實					
				粳		粃		計	
	全量	藁	穗	量 (g)	數	量 (g)	數	量 (g)	數
1	30.5	15.5	15.0	13.8	511	0.7	106	14.5	617
2	38.4	21.0	17.4	15.8	544	0.9	169	16.7	713
3	49.8	27.0	22.8	21.4	721	0.9	157	22.3	878
4	48.7	25.0	23.1	21.4	717	1.2	177	22.6	894

區別	分蘖		每穗穀粒		藁長
	總數	有效數	量 (g)	數	(cm.)
1	10.0	9.8	1.48	63	101.0
2	12.0	10.9	1.52	65	106.0
3	13.0	11.8	1.89	74	106.0
4	13.3	12.6	1.79	71	103.0

由是觀之第 3,4 區之結果皆比標準及無肥料區之結果較優，又第 3, 第 4 區互相比較時，稻藁收量，全收量及每穗穀粒三項是第 4 區較少，就籾收量而言則兩區相等，除上幾項外都是第 4 區比第 3 區較好。倘就每穗穀粒之數值而算出穀粒每一個的重量則如次，即第 1 區 0.0234g. 第 2 區 0.0233g. 第 3 區 0.0255g, 第 4 區 0.0252g, 由此數字觀之廢液施用可能增加穀實的充實度，於是廢液施用能够增加水稻的收量，原因是每穗穀粒之增加爲必要條件外這樣的穀實充實度之增大也可算爲一强大的因子。

第 4 次 追肥田間試驗 (民國31年 第一期作)

玆爲再明瞭廢液連用對于水稻生育及收量之影響而行之，若廢液連用對于生育及收量上有影響者，則多量施用當然較顯著。故此次只採用多量而繼續試驗。於民國 31 年 3 月 11 日挿蓬中 65 號秧，3 枝一株每區 255 株，3 月 19 日、3 月 26 日除草 2 次，而同年 7 月 7 日收穫。

廢液施用分做 2 次 (3 月 20 日、3 月 28 日)，等量分施。

區 別	1	2	3
廢液 (L)	0 (無肥料區)	0 (標準區)	24

其試驗結果如下：

(1) 收量調査

收穫後照常處理所得結果如第 20 表：

第 20 表 全 收 量

Table 20. Effect of waste liquors on the total yield of rice.

區 別	籾		藁	
	收 量 (kg)	比 較 數	收 量 (kg)	比 較 數
1	2.71	80.4	2.82	72.7
2	3.37	100.0	3.88	100.0
3	3.87	114.8	4.85	125.0

由是觀之籾收量是 3 區的 3.87kg 最高，第 2 區之 3.37kg 次之無肥料區最少稻藁收量亦與籾收量同一傾向即第 3 區收量是最高 4.85kg 第 1 區最低僅有 2.82kg.
故可見在廢液施用區其穀實及稻藁皆有增收。

考查及摘要 Discussion and Summary

就以上 4 次試驗結果觀之，可認定廢液在田間爲追肥施用時，能够促進水稻之生育及增收。玆將穀實增收率 (對標準區) 比較時即 1, 2, 3, 4 回試驗各 6～9%，19.23～33.58%，27.5～28.9% 及 14.8% 又將藁增收率比較時即有 6～13%，12.58～36.82%，8.4～15.3%，及 25% 等之結果。數字上雖有相差但對于穀實，稻藁等之增收廢液有顯著之效果完全相同。

總而言之，在田間廢液用作追肥時能够促進水稻生育增加收量，而就其增收率觀之，在穀實最高達 33.5%，在稻藁最高達 36.82%，故可知廢液對于農業上有十分之利用價值。

（二） 併用堆肥之時（民國 32 年第一期）

就上述試驗結果觀之，廢液當作追肥施用及連用均有促進水稻生育及增加收量，實有利用的價值。但是上述結果因無併用自給肥料的關係，對于實際利用上恐怕不十分可靠，於是有此以堆肥配合，而再舉行試驗之必要。於民國 32 年 1 期作就下列條件開始試驗。

栽培條件

i) 場所 臺灣大學農學院附屬第一農場水田（每區 5 坪）

ii) 肥料 每區硫安 0.629kg 過磷酸石灰 (19.5%) 0.702kg 硫酸鉀 0.278kg

iii) 廢液及堆肥

廢液用量如下表，分爲 2 次（3 月 26 日，4月 11 日）插秧後等量施用，又堆肥全量在插秧前全施。又特設無肥料區，標準區及堆肥單用區以資對照。

區　　　別	1	2	3	4	5	6
廢　液　(l)	0	0	0	0	12	24
堆　肥　(貫)	0	7	0	7	7	7
硫　　　安	0	0	+	+	+	+
過磷酸石灰	0	0	+	+	+	+
硫　酸　鉀	0	0	+	+	+	+

民國 32 年 3 月 17 日插臺中 65 號秧，3 技爲一株，每區 204 株，3 月 22 日、4 月 6 日除草各一次，照常管理，同年 7 月 19 日收穫。

試驗結果

(1) 收量調查

乾燥收量之結果如第 21 表：

第 21 表

Table 21. Effect of waste liquors on the total yield of rice.

區　別	籾		藁	
	收　量 (kg)	比　較　數	收　量 (kg)	比　較　數
1	2.02	64.74	2.15	45.74
2	2.52	80.76	2.46	52.34
3	2.83	90.70	4.55	96.30
4	3.12	100.00	4.70	100.00
5	3.40	108.97	4.76	101.27
6	3.74	119.87	4.80	102.12

由上表觀之，籾的收量在廢液多量＋堆肥區爲最高有 3.74kg 廢液少量＋堆肥區次之，對于

第 4 區的 (3.12kg) 增收率各有 19.87% 及 8.97%。就稻藁而言亦是 6 區的 4.80kg 爲最高 5 區的 4.76kg 次之，對于 4 區的增收率各有 2.12% 1.27%。總而言之，廢液施用，併用堆肥時亦有效果。

b. 臺中縣下的田間試驗

廢液在田間的追肥施用有顯著的效果就上述田間試驗的結果已經明瞭。但是上述結果是同一條件尤其是同一土性（細壚土），同一品種（臺中 65）而試驗所得的，故對于實用上感覺資料不充分之嫌。因此有再選場所，試驗之必要。嗣得臺灣紙漿工業株式會社之協助，在大肚工場附近農家水田（細砂壤土）舉行試驗，其結果如下。

第 1 次 試 驗

民國 30 年 1 期作照下列條件開始試驗。

i) 場所

臺中州大甲郡大肚庄大肚，臺灣紙漿工業株式會社大肚工場附近水田，而該水田土壤性質如下

區　別	粗　砂	細　砂	微　砂	粘　土	土　性
細土百分中	3.13	46.45	30.39	20.03	細砂壤土

ii) 施肥

A 區（0.4268甲）基肥用豆餅 4塊，挿秧前施用稻用調合肥料三袋（每袋 10貫）第 1次除草（挿秧 12日後）後再施用調合肥料 3 袋。又前作是種綠肥（豌豆）。

B 區（0.5甲）豌豆綠肥，犁田之時與前同樣鋤入土中，挿秧前合鄰接之施用廢液試驗田 0.02甲一共 0.52甲之田面，散布調合肥料 7袋，其後進行除草作業而已。

C 區（0.02甲）合在前 B 區內，而施肥之區域，由 B區特劃 0.02 甲之田面，以施紙漿廢液爲追肥。

iii) 廢液

A區：無添加區

B區：　同

C區：添加區對 0.02甲用全量 22.5L 之廢液，挿秧後約隔 10天，分爲三次等量施用

iv) 品種

A區　水稻　150號

B區　水稻　臺中 60號

C區　水稻　臺中 60號

試 驗 結 果

1) 收量

各區及每甲之穀實收量如第 22表：

第 22 表

Table 22. Effect of waste liquors on the total yield of rice.

區　　別	每區穀實收量(臺斤)	折算每甲收量(臺斤)
A	8,200	7,500
B	8,360	6,720
C	189	9,450

就折算每甲收量看來，是 C 區爲最高，B 區之 6,720斤最低，由此結果對 A B 兩區來求 C 區之增收率，是 26.0%及 40.6%，可見施用廢液有顯明的效果，而且 A 區及 C 區水稻品種雖有不同，但是因爲施用廢液，而有獲得增收之效果，也是屬顯明之事實。

第 2 次 試 驗

民國 30年 2期作所施之試驗，其栽培條件如下：

(i) 場所　與第 1次試驗相同。

(ii) 施肥　1區 (411.9坪) 民國 30年 1期作收成後 (7月 4日) 犁田之時，施用豆餅 2塊，挿秧直前施水稻用調合肥料 2袋 (10貫)。

2區 (895.3坪) 民國 30年 1期作收穫後 (7月 4日)，犁田之時施用豆餅 5 塊，挿秧直前，施水稻用調合肥料 3袋 (10貫)。

(iii) 廢液用量　1區 411.9坪，用全量 3075L 挿秧後，每隔一星期間等量分期施用之。

2區無添加區。

(iv) 品種，挿秧，管理及收成　1區 2區共播水稻 150號，民國 30年 8月 9日挿秧，對灌溉特別注意，同年 11月 15日收成完畢。

試 驗 結 果

(1) 收量豫想調查

收穫一星期前、由 1區、2區任意採取 5株調查各區之豫想收量，其結果如第 23表：

第 23 表

Table 23. Effect of waste liquors on the expectant yield of rice.

區　　別	穗數		籾數			籾重量(g)		
	總數	每株數	總數	每株數	每穗數	總量	每株重量	每穗重量
1	36	14.4	2,094	831	63	57.7	23.2	1.605
2	40	16.4	2,421	990	60	56.8	23.1	1.405

考查上列其結果穗數，粒數等 2 區較多，至於穀實之重量， 1區較好，所以對於同一面積穀實之收量， 1區比 2區可以豫想收量較好。

(2) 收量調查

各區之穀實收量及每甲折算穀實收量如第 24表：

第 24 表

Table 24. Effect of waste liquors on the total yield of rice.

區別	各區穀實收量(臺斤)	每甲折穀實收量(臺斤)
1	369	4,753
2	1,211	3,961

由上表看來每甲穀實收量， 1區較多，比 2區多加 20%之增收，與前次豫想調查結果一致的。

II. 做基肥施用試驗

於前述做追肥施用廢液之試驗，確認水稻增收上有顯著之效果，但是實際上做基肥來施用廢液也是有必要的。爲要明瞭該項結果舉行下列試驗。

A. 盆 栽 試 驗

栽 培 條 件

(i) 土壤：由臺灣大學農學院附近之丘陵地所得之第三紀砂岩頁岩質壤土，每盆各用 5kg。

(ii) 肥料：每盆各用硫安 (21%) 3.5714g, 過燐酸肥料 (19.5%) 3.2257g, 市販硫酸鉀 0.925g。

(iii) 廢液：各區之施用量如下揷秧前日全部施用爲基肥。

區別	1	2	3	4	5	6
廢液 (c.c.)	0	8	20	40	80	120

(iv) 揷秧用臺灣大學農學院附屬第一農場所播之臺中 65號幼秧，於民國 29年 8月 24日每盆揷 3枝。

(v) 管理及收成：栽培中試驗盆放置玻璃室內，適時灌水並且生育中調查株高分蘖數，出穗數等等，於民國 29年 12月 24日收穫完畢。

試 驗 結 果

(1) 生育調查之結果：調查結果如第 25表，表中之數值是同一區內 2盆之平均值。

第25表 生育調査

Table 25. Effect of waste liquors on the growth of rice plants.

區別	10月15日		10月26日			11月18日			12月7日			12月24日(收穫)		
	株高 cm	分蘖	株高 cm	分蘖	穗	株高 cm	分蘖	穗	株高 cm	分蘖	穗	株高 cm	分蘖	穗
1	86	6.0	104	9.5	—	118	10.5	7.0	121	11.5	10.0	123	11.5	10.0
2	95	4.5	107	5.0	—	121	8.0	3.5	122	8.5	5.0	123	8.5	8.5
3	107	8.0	120	8.0	0.5	123	8.0	7.5	121	8.0	7.5	122	8.0	7.5
4	97	5.0	102	6.0	—	121	6.5	5.0	120	8.0	5.5	121	8.0	6.5
5	86	4.0	100	6.0	—	112	6.0	4.0	112	6.5	6.0	112	7.0	6.0
6	37	3.0	53	3.0	—	59	3.0	—	77	4.0	—	82	11.0	1.0

就株高看來 2~5 區雖有多少之例外，惟全般與標準區相同。但分蘖及穗數稍有劣勢，6區除收成當日之分蘖數以外現出極惡之影響，株高、分蘖數、穗數均爲最劣，次調査出穗日之結果如第 26表。

第26表 出穗調査

Table 26. Effect of waste liquors on the earing of rice plants.

區別	出穗日	區別	出穗日	區別	出穗日
1	11月3日	3	11月25日	5	11月4日
2	11月4日	4	11月2日	6	12月20日

由上列結果看來，6區之 12月 20日最晩，3區之 10月 25日最早，就一般而言廢液之多量施用似影響出穗之遲延。

(2) 收量調査結果

調査之結果如第 27 表，表中之重量是表示風乾物之重量。

第27表 收量調査

Table 27. Effect of waste liquors on the dry yield of rice plants.

區別	地上部 (g)			地下部 (g)	總計 (g)	T/R
	穀實	藁	計	根		
1	11.4	23.9	35.3	2.8	33.1	12.6
2	12.4	26.4	3 83	2.5	41.3	15.5
3	13.5	26.0	39.5	2.4	41.9	16.4
4	8.6	21.5	30.1	2.6	32.7	11.5
5	6.2	19.4	25.6	1.6	27.2	16.0
6	0.1	4.7	4.8	0.7	5.5	6.8

就總收量而言，2. 3區大致相同，以示最高收量，均優於標準區，至於 4 區稍爲劣勢，6區之 5.5g 爲最小，大體上穀實，稻藁，總計之三者，均示同傾向而根收量廢液施用區較少，即 6區最少，至於 T/R 就是 2. 3. 5區，比較標準區較大，4區次之，6區之 6.8爲最少。

考查及摘要 Discussion and Summary

詳細考查上述試驗之結果，廢液之基肥施用，比追肥施用，其用量較少時已經有引起不良的影響。這原因大概是基因於廢液之還元性 (340)，換句話說，就是基肥施用時，氧氣之供給機會較少，所以廢液還元性之消減較遲，而致在土壤中生成各種還元之生成物 (451)，對於水稻幼根之活着及發育有不良作用。關于其詳細情行，再示於第五編。而就本試驗結果摘要如下。

(1) 基肥施用比追肥施用較少量之廢液能顯出不良影響，對于穀實收量上而論，廢液之最適施用量，是可爲 20c.c. 以下。

(2) 廢液 80c.c. 以下做基肥使用時對株高，出穗日之不良影響，尙不顯著，但 120c.c. 以上之使用量時則有現顯著之不良作用。

(3) 用上述廢液做基肥施用時分蘖數、穗數一般均低下。

(4) 穀實，稻稈，施用 20c.c. 以下之廢液則均有增加，至於施用 40c.c. 時則有減少又施用於 120c.c. 之時最爲顯著減少。

(5) 根收量是在廢液施用區均少，尤其是第 6區最少。

B. 田 間 試 驗

I. 無 併 用 堆 肥

本試驗施行 3 次，各試驗內容，雖然稍有不同，但其共同之栽培條件如下，而且爲欲明瞭廢液之適用如何影響水稻之生育及收量，所以本試驗始終於同一場所施行。

i) 場所：臺灣大學附屬第一農場水田 (每區 5 坪)

ii) 肥料：每區硫安 0.629kg. 過燐酸肥料 (19.5%) 0.702kg. 硫酸鉀 0.278kg.

iii) 廢液施用量並其算出法。

由於前述基肥盆栽試驗對土壤 5kg. 施用廢液 8 c.c. 及 20c.c. 之時結果最優良，所以此爲基準，照這肥田間試驗同樣方法，求出每五坪之施用量，是 2.4 及 6.0L，把這些全部施用於插秧前。

區　　別	1	2	3	4
廢　液 (L.)	0 (無肥料)	0 (標準區)	2.4	6.0

iv) 管理：栽培中對於灌溉，除草，驅蟲都有加以嚴密的注意。

第一次　基肥田間試驗 (民國30年1期)

由上述基肥盆栽試驗獲悉土壤 5 kg 施用廢液 8c.c. 及 20c.c. 之兩者爲最適當，而在本試驗是要進一步證明田間作基肥施用的結果。民國 30年3月11 日用臺灣大學農學院附屬第一農場所

育之臺中 65 號 3 枝爲 1 株，每區揷 264 株，3 月 25 日，4 月 8 日各除草一次，同年 7 月 10 日收穫完畢。

試 驗 結 果

(1) 收量調查：收成物即時分別穀實與稻藁，乾燥後秤量，第 28 表就是二區平均之結果。

第 28 表

Table 28. Effect of waste liquors as ground manure on the total yield of rice.

區　別	籾		藁	
	收　量 (kg)	比　較　數	收　量 (kg)	比　較　數
1	2.81	72.04	2.16	50.35
2	3.90	100.00	4.29	100.00
3	4.30	112.31	4.33	100.93
4	4.03	103.33	4.14	96.50

考查上列結果，穀實之收量 3.4 區各多於標準區，至於稻藁，則 4 區稍爲減收，一般而言，廢液之施用有增加穀實及稻藁，其增加之程度，不及做追肥施用時之良好，而且施用量增加，則其增收率反而低下。

(2) 收成物調查

在各試驗區對角線上任意採取 20 株就其稻藁，穗重量，稻藁長，穀粒數及穀實與粃之分別，分蘗總數與有效分蘗數，每穗穀實粒數與重量等之觀察，而算其一株之平均結果如下。

第 29 表 收穫物調查

Table 29. Effect of waste liquors as ground manure on the yield of rice.

區別	收穫物 (g)			穀實						分蘗數		每穗穀粒		藁長 (cm.)
	全量	藁	穗	籾		粃		計		總數	有效數	量(g)	數	
				量(g)	數	量(g)	數	量(g)	數					
1	17.7	8.7	9.0	8.6	461	0.6	82	9.2	543	3.8	8.5	1.06	63.3	65.9
2	25.0	10.0	15.0	13.7	530	0.7	137	14.4	667	11.1	10.6	1.33	62.9	63.5
3	25.2	10.0	15.0	13.7	507	0.5	64	14.2	571	12.0	11.1	1.2	51.4	65.1
4	21.3	8.8	12.5	12.3	429	0.3	49	12.6	473	12.1	11.4	1.11	41.9	63.9

依照上表之結果全然不能判定因施用廢液爲基肥有招致穀實之增收，僅有促進分蘗之增加而已，但這是因爲試驗株數過少，若增株數則可能合區全體之情形。

第二次 基肥田間試驗 (民國30年2期)

繼續前試驗，在同一場所，同一條件之下，做基肥來連施廢液以期明瞭有如何影響水稻之生育及收量，於民國 30 年 8 月 9 日揷臺中 65 號，3 枝爲一株，每區揷 240 株，以保灌漑水

適當之供給，8 月 15 日，8 月 26 日兩次除草，同年 11 月 24 日收穫完畢。

試驗結果

收成物立即分爲穀實及稻藁，天日乾燥後，分別秤量，以求各區之收量第 30 表就是表示 2 區平均之結果，以標準區之收量爲 100 而求其比較數。

第 30 表 全　收　量

Table 30. Effect of waste liquors as ground manures on the total yield of rice.

區　別	籾		藁	
	收　量 (kg)	比　較　數	收　量 (kg)	比　較　數
1	3.35	94.9	3.40	76.7
2	3.53	100.0	4.43	100.0
3	3.62	102.8	4.70	106.1
4	3.57	101.1	4.66	105.2

收量中是 3 區之 3.62kg 爲最高。其他依 4>2>1 之順位降下，在 3、4 兩區有施用廢液區，稍有增收，至於稻藁，略與穀實同樣，又廢液多量區之 4 區比 3 區對於標準區之增收率，稍爲減低，這與前次試驗結果，大致相同。總而言之廢液做基肥施用時，可促進水稻之生育，增加穀實及稈藁之收量，這是事實，但其程度尙不顯著，由於本試驗之結果益見明瞭。

(2) 收成物調査

爲要詳細明瞭收成物之數字關係，在各試驗區劃之對角線上任意採取 20 株。調査稻藁及穗之重量，藁長，穀粒數及穀實與粃之數量，分蘗數與有效分蘗數，每穗穀粒之總數及重量而得每株之平均，其結果見於 31 表。

第 31 表 收穫物調査

Table 31. Effect of waste liquors as ground manures on the yield of rice.

區別	收穫物 (g)			穀				實		分	蘗	每穗穀粒		藁長 (cm.)
	全量	藁	穗	籾		粃		計		總數	有效數	量(g)	數	
				量(g)	數	量(g)	數	量(g)	數					
1	30.5	15.5	15.0	13.8	511	0.7	106	14.5	617	10.0	9.8	1.43	63	101.0
2	38.4	21.0	17.4	15.8	544	0.9	169	16.7	718	12.0	10.9	1.52	65	103.0
3	40.5	22.0	18.5	17.1	692	0.9	139	18.0	831	12.0	11.2	1.62	[illegible]	105.8
4	40.8	22.5	18.3	16.9	704	0.9	157	17.8	861	12.8	11.8	1.62	68	107.7

上表關於收成物之調査結果，與 30 表也是大略一致，3、4 區之廢液施用區之稻藁及穗之重量與長大，穗數與分蘗數及重量等各優於 1、2 區。又觀察3、4區之穀粒是一般看起優劣之程度甚少，殆可謂之同樣。又算出穀粒之每粒重量則 1、2、3、4 區各得 0,0234、0.0233、0.0243、0.0241g.，因此施用廢液做基肥時亦可以明顯認定提高穀粒充實度。

第三次 基肥田間試驗 (民國29年一期)

相繼第 2 次基肥田間試驗在同一場所，同一條件之下而施行，在民國 29 年 3 月 11 日用臺中 65 幼秧 3 枝爲一株每區挿 225 株，3 月 19 日，3 月 26 日除草兩次，同年 7 月 7日收穫完畢。

試驗結果

(1) 收量調査：收成物即刻分爲穀實與稻藁，天日乾燥後一一秤量而定各區之收量，第 32表係示 2 區平均之結果及標準區之收量爲 100 之比較數。

第 32 表 全 收 量

Table 32. Effect of waste liquors as ground manures on the total yield of rice.

區 別	籾		藁	
	收 量 (kg)	比 較 數	收 量 (kg)	比 較 數
1	2.71	80.4	2.82	72.7
2	3.37	100.0	3.89	100.0
3	3.39	100.5	3.90	100.2
4	3.41	101.1	4.20	108.2

依此結果增量雖僅少，但明明白白可以認定用廢液做基肥施用之效果，且而其程度不顯著與前次之結果相同。根據以上三次之試驗結果。對面積 5 坪用廢液 6 L，以內做基肥施用時，稻可能增收實屬確實，在穀實是 0.5～12.31%，稻藁是最高 8.2%，但三次效果都不如做追肥施用時之效果良好。

(II) 堆肥併用 (民國22年1期)

栽培條件如下

(i) 場所：臺灣大學農學院附屬第一農場 (每區 5 坪)

(ii) 肥料：每區，硫安 0.629kg，過燐酸石灰 (19.5%) 0.702kg，硫酸鉀 0.278kg。

(iii) 廢液與堆肥各區之施用量如下，廢液是在挿秧前日，堆肥在挿秧前一星期，全部施用。爲對照起見另設無肥料區，標準區及這兩區之堆肥加用區。

區 別	1	2	3	4	5	6
廢液 (L)	0 (無肥)	0 (無肥)	0 (標準)	0 (標準)	2.4	6.0
堆肥(貫)	0	7	0	7	7	7

照上列之條件於民國 22 年 3 月 17 日用臺中 65 號之幼秧 3 枝爲一株，每區挿 204 株，3 月 22 日，4 月 2 日，除草兩次以後照常管理，在 7 月 19 日收穫完畢。

試驗結果

(1) 收量調査：收成物即刻分爲穀實與稻藁，天日乾燥後一一秤量而定各區之收量，第 33 表就是共 2 區平均結果。

第 33 表

Table 33. Effect of waste liquors on the total yield of rice.

區　別	籾		藁	
	收　量 (kg)	比　較　數	收　量 (kg)	比　較　數
1	2.02	64.74	2.15	45.74
2	2.52	80.76	2.46	52.34
3	2.82	90.70	4.55	96.80
4	3.12	100.00	4.70	100.00
5	3.24	103.84	4.80	102.12
6	3.20	102.56	4.84	102.97

就穀實看來 5 區之 3.24kg 爲最多，6 區之，3.20kg 次之，共對 4 區之收量各示 3.84，2.56% 之增收，稻藁是 6 區之 4.84kg 爲最高5區次之，4 區之 4.70kg 爲第 3 位，對 4 區各示 2.97%，2.12% 增收，總而言之廢液做基肥施用無論加用堆肥與否，對於增收之結果是同樣的。

III. 廢液做基肥追肥兼用

廢液做追肥施用與做基肥施用之時，其最適當施用量，是後者比較少，是在基肥追肥各單獨試驗之結果已經明白，但是在實際上此種施用方法也有同時實施之必要，所以要決定此時各適當施用量。本試驗是用水稻之盆試驗，廢液之追肥量與基肥量種種配合，但是廢液之總量始終用一定量（本試驗是 40c.c）栽培條件及其結果如下。

栽培條件

i) 土壤：由臺灣大學農學院附近之丘陵地帶所得之第三紀砂岩頁質壤土以一盆使用 5kg.

ii) 肥料：每盆使用硫安 3.5714g, 過燐酸石灰 3.2257g, 硫酸鉀 0.925g

iii) 廢液：各區之總施用量是 40c.c. 基肥與追肥之各使用量如下。

區　別	1	2	3	4	5
基　肥 (c.c.)	0	0	13	27	40
追　肥 (c.c.)	0	40 (4回等施)	27 (3回等施)	13 (2回等施)	0

追肥施用期是 8月 25日，8月 30日，9月 4日及 9月 10日，施用開始期各區都是 8月 25日。

iv) 挿秧及收穫：用水稻臺中 65號幼秧 3枝爲 1株民國 30年 8月 19日，挿秧 12月 26日，收穫完畢。

v) 管理：試驗盆放置在玻璃室內灌水適當供給生育中調查株高分蘗等。

試 驗 結 果

(1) 生育調查 關於生育調查示於第 34表，表中之數字皆是 2區平均之結果，以下同樣。

第 34 表

Table 34. Effect of waste liquors on the growth of rice plants.

區 別	10 月 2 日		10 月 31 日			11 月 29 日			12 月 26 日		
	株高 cm.	分蘗	株高 cm.	分蘗	穗	株高 cm.	分蘗	穗	株高 cm.	分蘗	穗
1	100	3.0	112	7.5	0.5	121	10.5	4.0	127	10.5	6.5
2	106	6.0	134	8.0	1.5	138	10.5	7.0	138	10.5	8.0
3	113	4.5	135	7.5	2.0	137	10.5	7.0	137	10.5	7.0
4	109	8.0	133	9.0	2.5	135	10.5	8.0	135	11.5	8.5
5	109	7.0	121	6.0	1.0	129	10.0	6.5	129	11.0	7.0

由是觀之 2~5 區之廢液施用區，株高分蘗穗數各優於標準區，2~5 區中 4區最優 5區最劣，略言之，在本試驗之目的是要明瞭最適施用比率，看生育狀況，就是 2~4 區之施用比率乃是最爲適宜，至於調查出穗日之結果示於第 35表。

第 35 表

Table 35. Effect of waste liquors on the earing of rice plants.

區 別	1	2	3	4	5
月 日	10 月 30 日	10 月 30 日	10 月 30 日	10 月 30 日	10 月 30 日

由上表可見，4區之 10月 29日最早，其他都是 10月 30日僅遲一日而已。

(2) 收成物調查，關於收成物之調查結果示於第 36表。

第 36 表

Table 36. Effect of waste liquors on the yield of rice.

區 別	穀 實 (g)	地 上 部 (g)			根 (g)	地上部+地下部	T/R	根 長 (cm.)
		穗	藁	計				
1	10.6	11.0	20.5	31.5	3.7	35.2	8.51	28.9
2	16.9	17.6	21.9	39.5	4.2	43.7	9.40	40.5
3	18.0	18.7	22.2	40.9	4.5	45.4	9.09	40.1
4	17.7	18.7	22.8	41.5	4.9	46.4	8.47	32.3
5	11.4	11.7	18.6	30.3	3.3	33.6	9.18	18.7

穀實是 3區之 18g 爲最高，4區之 17.7g 次之，1區之 10.6g 爲最低，地上部之中，3. 4 區之穗重量相同，稻藁是 4區略優，至於收成物之總收量，則以一般廢液施用區較多，而 2～4 區尤著，所以做基肥追肥之最適使用比率存於 2～4 區之範圍內，但收成物中最重要是穀實，所以第 3 區的比率較爲妥當。

考查及摘要 Discussion and Summary

就以上結果來考查本試驗之結果乃可明瞭做追肥施用與做基肥施用併用時之最適使用比率，就是追肥 ²/₃ 基肥 ¹/₃ 及追肥 ¹/₃ 基肥 ²/₃ 之兩樣，然而收成物中最重要是穀實之收量，所以廢液之施用量若超過本試驗之 40c.c. 增到 80c.c. 時若做基肥施用 ²/₃ 者其實量已超 50c.c. 照從來作爲基肥施用結果看來有過量之危險，所以由本試驗其最適使用比率選擇追肥 ²/₃，基肥 ¹/₃ 較爲妥當，而且安全。

第二節　陸　　稻　　Upland Rice

欲知施用廢液如何影響陸稻之生育及收量，在於民國 29年一期施行盆栽試驗。

I. 栽 培 條 件

1) 土壤：使用臺灣大學農場附近之丘陵地所得之第三紀砂岩頁岩質壤土 (pH=6.7) 每盆 12kg, 另外砂礫 2kg.

2) 肥料：每盆硫安 (21%) 2.3809g, 過燐酸肥料 (19.5%) 2.5641g, 硫酸鉀(化學用) 1.0416g,

3) 廢液：各區之施用量如下，又廢液之施用每隔一星期分爲五回均分施用 (5月 20日，5月 27日，6月 3日，6月 10日，6月 17日)

區　別	1	2	3	4	5	6	7	8
用量 (c.c.)	0	10	30	50	80	100	150	200

4) 挿秧及收成：用浦三品種的 20 日幼秧，3枝爲一盆，民國 29年 4月 24 日挿秧，同年 9月 11日收穫完畢。

5) 管理：栽培期間中盆鉢放在玻璃室內，注意灌水量適時調查株高分蘖等。

II. 試 驗 結 果

1) 生育調查結果

該結果示於第 37表，表中之數值乃是同一區內 2盆之平均值。

第 37 表

Table 37. Effect of waste liquors on the growth of upland rice.

區　別	5月 27日		6月 18日		6月 29日		6 月 16 日		
	株高 cm.	分 蘖	株高 cm.	分 蘖	株高 cm.	分 蘖	株高 cm.	分 蘖	穗
1	69.5	3.0	94.5	6.0	97.0	6.0	97.5	6.5	2.5
2	66.5	4.5	96.5	5.5	97.0	6.0	101.5	6.0	3.0

續第 37 表

區別	5月 27日		6月 18日		6月 29日		6月 16日		
	株高 cm.	分蘖	株高 cm.	分蘖	株高 cm.	分蘖	株高 cm.	分蘖	穗
3	65.5	3.5	99.0	6.0	100.0	6.0	100.0	7.0	3.5
4	66.0	3.0	92.0	3.0	99.5	4.0	102.5	5.0	3.0
5	53.5	3.5	91.0	3.5	91.5	4.0	108.5	6.0	2.5
6	62.0	3.0	80.0	3.0	90.0	4.0	99.0	5.0	3.0
7	60.0	3.0	90.0	4.0	93.0	6.0	99.0	7.0	2.0
8	56.0	2.0	76.0	3.0	80.0	4.0	85.0	5.0	3.0

區別	7月 30日			8月 17日			9月 11日 (收穫)		
	株高 cm.	分蘖	穗	株高 cm.	分蘖	穗	株高 cm.	分蘖	穗
1	97.5	13.0	4.0	99.0	14.0	9.0	99.5	16.5	15.0
2	102.0	13.5	5.0	102.0	12.5	10.5	100.0	20.5	19.0
3	100.0	13.5	7.0	100.0	17.0	10.5	100.0	18.5	18.0
4	103.0	9.0	5.0	103.0	15.5	7.5	105.0	15.5	9.5
5	108.5	11.0	4.5	108.5	11.0	6.0	108.5	13.0	8.5
6	99.0	7.0	5.0	99.0	11.0	6.0	99.0	11.0	6.0
7	98.0	9.0	4.0	98.0	11.0	6.0	98.0	11.0	6.0
8	85.0	5.0	3.0	82.0	5.0	3.0	80.0	5.0	3.0

由上表觀之，廢液之影響，株高在第一次調査既有顯明愈長愈著，在 7 月 30日以後更爲明瞭，一般隨於施用量，株高也漸次優於標準區，但是超過一定之用量倒反劣勢，就是於 80c. c. 之施用量，其株高比標準區較高，超過這程度反漸次減低，至於分蘖數及出穗數 2, 3, 區在於全生育期間中，常示最高位，於生育狀況看起，有適施用量之觀，又出穗均在 7月中，其詳細記在第 38 表。

第 38 表

Table 38. Effect of waste liquors on the earing of upland rice.

區別	1	2	3	4	5	6	7	8
出穗(7月)	14	9	5	4	7	10	15	14

1~8 區中 7區之 15日最遲， 4區之 4 日最早，大略 2~6 區之廢液施用區殆無廢液施用之差異，各早於標準區，但增加施用量稍有遲延，一般言起，廢液似有促早陸稻之出穗。

(2) 收成物調査

調査之結果如下表，重量係示同乾重量。

第 39 表

Table 39. Effect of waste liquors on the yield of upland rice.

區別	穀實		地上部 (g)			地下部(g)	總計	T/R	根長
	總數	重量 (g)	穗	藁	計	根	(g)		(cm.)
1	594	2.6	3.3	20.3	23.6	4.6	28.2	5.2	28
2	993	3.9	5.1	23.2	28.3	2.3	30.6	13.2	22
3	763	3.9	4.9	22.4	27·3	2.0	29.3	14.0	26
4	553	4.2	5.5	18.2	23.7	2.0	25.7	12.0	14
5	399	2.9	3.5	14.2	17.7	1.3	19.0	14.2	17
6	318	1.0	1.3	11.6	12.9	1.3	14.2	9.9	19
7	292	0.9	1.1	12.2	13.3	1.6	14.9	8.3	23
8	155	0.2	0.4	3.1	3.5	0.2	3.7	17.5	18

收成物中就總收量看來，10c.c. 30c.c. 施用區比標準區較優，然而超過這程度之施用量，就收量漸減，施用 100c. c. 之6區，只有標準區收量之半額，至於地下部，廢液施用區各劣於標準區，總之總收量之增收，是因爲地上部之增收，其中尤以穗數之增收甚大，在收量看來對陸稻之最適施用量，是 10～ 30c.c. 之間，施用量至 50c.c. 時，即局部呈現不良之影響，再超 100c.c. 時其惡影響愈顯明。

考查及摘要 Discussion and Summary

就上述之結果考查起來，廢液 80c. c. 以下之施用對陸稻之生成乃收量有好影響，而 10～30 c.c. 之時最顯著，然而超過 100c. c. 就有顯著的惡作用，而且上述施用量，是對土壤 12kg 之用量，由此可見陸稻，比水稻施用較小量之廢液就起惡作用，玆再就本試驗之結果摘其大要如下。

(1) 對陸稻之生育：廢液 80c.c. 以下之施用，確有好影響，10～30c.c. 之時尤有良好結果。

(2) 廢液至於 80c.c. 之施用時以致穀子，稻藁之增收。

(3) 此時陸稻之增收不在於地下，即在於地上部，尤其對靠穗之增收甚大。

(4) 廢液施用量超過 100c.c. (對土壤 12kg) 時則害其生育而減少其收量。

第三節 小 麥 Wheat

爲欲明之施用廢液如何影響小麥之生育及收量，則實施盆栽試驗。

栽 培 條 件

(1) 土壤，由臺灣大學農學院附近之丘陵地採取所得之第三紀砂岩頁岩質壤土，用於各盆缽 15kg.

(2) 肥料，每盆缽施用硫安 2g. 過燐酸肥料 (19.5%) 2g. 硫酸鉀 1g.

(3) 廢液，對於各區之全施用量如下列分爲 4 次 (1 月 9 日，1 月 16 日，1 月 27 日

1 月 30 日）均分施用。

區　　別	1	2	3	4	5
廢液(c.c.)	0	8	20	40	80

(4) 播種及收成，琦玉 27 號之種子每盆 50 粒於民國 29 年 12 月 24 日播種，民國 30年 1 月 6 日選株每盆留 5 株， 4 月 16 日收穫。

(5) 管在，試驗盆鉢，栽培期間中放置在玻璃室內留意灌水，適當調查株高，分蘗等。

試 驗 結 果

(1) 生育調查：調查結果如第 40 表，表中數字是 2 盆之平均值。

第 40 表

Table 40. Effect of waste liquors on the growth of wheat.

區別	1 月27日		2 月15日		2 月28日			3 月15日			3 月28日			4 月16日		
	株高 cm.	分蘗	株高 cm.	分蘗	株高 cm.	分蘗	穗	株高 cm.	分蘗	穗	株高 cm.	分蘗	穗	株高 cm.	分蘗	穗
1	32.8	5	53.4	12	68.2	13	5	68.2	13	10	69.8	22	11	70.0	22	12
2	36.7	5	56.2	14	66.0	14	5	66.2	15	10	66.8	23	11	70.5	24	12
3	36.6	5	58.2	14	71.8	14	5	73.0	15	8	73.2	25	11	81.0	25	13
4	33.7	5	56.2	13	68.6	14	5	68.8	15	9	71.4	18	11	72.0	18	11
5	33.3	5	55.2	11	69.0	11	5	69.8	14	10	70.8	17	10	73.0	17	11

株高除一二區外，廢液施用區均較好， 但是不能看出其相關關係。分蘗則是廢液之施用少量區，比標準區較優，其施用量越多其分蘗越劣。就穗而言。其因施用廢液而受到有效效果甚少。3 區之 13 枝最高 2 區之 12 枝與標準區相同， 4.5 區都是 11 枝，穗比標準區各少一穗。次因廢液之使用如何影響出穗，則如第 41 表之所示，廢液施用區一般較早，並且施用量愈多愈早。

第 41 表

Table 41. Effect of waste liquors on the earing of wheat.

區　　別	1	2	3	4	5
出 穗 日	2 月 25 日	2 月 24 日	2 月 24 日	2 月 23 日	2 月 23 日

(2) 收成物調查

收成物中全收量，穗重，根重，穀粒等調查之結果示於第 42 表。

第 42 表

Table 42. Effect of waste liquors on the yield of wheat.

區　別	乾物量 (g)	穗　重	根　重	穀　實	根　長
	(穗+莖+根)	g	g	g	cm.
1	26.1	9.3	2.6	5.2	47
2	26.8	9.2	1.8	5.3	28
3	26.9	9.7	1.8	5.4	36
4	27.0	9.7	0.6	5.7	33
5	27.1	9.6	1.5	5.5	32

就全乾物量看來是廢液施用區較重，就穗重看 3、4、5 區各比標準區較優，又就穀粒看，是廢液施用區較多，其中 4、5 區最優秀。

考查及摘要 Discussion and Summary

由上述試驗之結果考查，可見廢液之施用有影響小麥之生育及收量，雖然全般不顯著，但可認爲有效果。即對於生育是 8～20c.c. 在收量（特尤以對麥粒之收量）是 40～80c.c. 之廢液施用都有效果，然而收成物中我們最重視者，是麥粒，所以對最適施用量，能够推定爲 40～80c.c. 之範圍內，玆再將本試驗結果摘要如下。

(1) 土壤，以土壤 15kg 施用 80c.c. 左右之廢液對小麥之生育及增收確有效果，但其程度不顯著。

(2) 就麥粒收量上來觀察，對小麥之生育及收量，廢液之最適施用量是 40～80c.c.

(3) 小麥之出穗如施用這些廢液之時，稍爲促早。

第四節 亞　麻　Flax

施用廢液做基肥或者做追肥，如何影響亞麻之生育及收量經試驗調查之結果如下。

(a) 對亞麻施用廢液做追肥之試驗，爲明瞭對亞麻施用廢液做追肥時其結果並其最適施用量，即實施盆栽試驗，其栽培條件及其結果如下。

栽培條件

(1) 土壤，由玆臺灣大學農學院附近之丘陵地採取所得之第三紀砂岩頁岩質壤土，使用每盆 15kg,

(2) 肥料，播種前日每盆施用硫安 1.428g. 過燐酸肥料 2g. 硫酸鉀 0.445g. 全部做基肥。

(3) 廢液，各區之全施用量如下表，分爲 4 次（12 月 27 日，1 月 2 日，1 月 9 日，1 月 16 日）均分做追肥施用。

區　別	1	2	3	4	5	6
廢液 (c.c.)	0	8	20	40	80	120

(4) 播種及收成，Pernor 一號之品種，每盆各用 100 粒於民國 30 年 12 月 13 日播種，12月 26 日間拔每盆缽爲 50 株，民國 31 年3月 26 日收穫完畢，在全生育期內中，盆缽放置於玻璃室內，管理上細心留意灌水。

試 驗 結 果

(1)、生育調查：生育中一定日測量株高之結果如第 43 表，株高之測定在第一次生育調查時，選各盆缽 1~5 位之長者，附之示標，以後限於這五株加以調查，以求各區之平均值，而且一區各配 2 盆缽，所以再算 2 缽之平均值，爲該區之數值。

第 43 表

Table 43. Effect of waste liquors on the growth of Flax.

區　　別	民31年1月26日	2 月 16 日	3 月 6 日	3月26日 (收穫)
1	20.7	36.3	51.2	75.7
2	23.5	38.9	59.3	81.8
3	19.5	39.2	58.6	78.5
4	19.2	37.7	55.9	76.1
5	19.5	35.7	53.8	73.2
6	19.1	37.8	52.0	73.1

由此結果看起，1 月 26 日，調查時，廢液施用區之中只有 2 區比標準區較優，其他全部較劣，至於 2 月16日以後，廢液施用區之大部分比標準區較優，再看收成當日之結果，2 區之 81.8cm 爲最高，照 3、4、1、5、6 區之順序而降低，至於廢液施用量在 8~20c.c. 時，全般的結果較爲良好，次調查影響亞麻開花之結果如 44 表。

第 44 表

Table 44. Effect of waste liquors on the flowering time of Flax.

區　　別	1	2	3	4	5	6
月　　日	3 月18日	3 月12日	3 月17日	3 月19日	3 月13日	3 月18日

照上表看來，2 區之 3 月 12 日最早，5 區之 3 月 13 日次之，4 區之 3 月 19 日最遲，全般看來，施用廢液是沒有什麼特殊的影響。

(2) 收成物調查

對收成物之莖葉及根調查風乾物量及每株風乾物量，其結果如第 45 表。

第 45 表 收量調查

Table 45. Effect of waste liquors on the yield of Flax.

區別	每株風乾物量 (g)		全風乾物量 (g)	
	根	莖 葉	根	莖 葉
1	0.017	0.185	0.85	9.3
2	0.027	0.220	1.35	11.0
3	0.021	0.220	1.05	11.0
4	0.021	0.210	1.05	10.5
5	0.022	0.200	1.10	10.0
6	0.017	0.180	0.85	9.0

就每株風乾物量看來，於根是2區之 0.027g 爲最高， 5 區次之，3、4 區之 0.02g 在於第三位，1、6 區之 0.017g 最少，至於 2~5 區，各優於 1 區， 6 區稍爲劣勢。

次考查風乾物量，也是與每株風乾物量大致相同，所以就收量之點考察，廢液之施用量是 8~20c.c. 最爲適當。

(B) 對亞麻施用廢液做基肥之試驗。

於前述追肥試驗施用廢液至於 80c.c. 時，能够促進亞麻之生育，及增加其收量，但是實際農業上也有用廢液做基肥施用，欲得該項資料再行本試驗。栽培條件與前記追肥試驗完全相同，各區之廢液施用是如下列。

區別	1	2	3	4	5
廢液 (c.c.)	0	8	20	40	80

試驗結果

(1) 生育調查：株高之測定結果如第 46 表，株高之測定第一次調查時，是選各盆鉢 1~5 位之長者，附之示標，以後限於這五枝而調查，求其平均值而且對於同一區各設 2 盆所以再算出 2 盆之平均值爲該區之數值等等與前述追肥試驗時相同。

第 46 表

Table 46. Effect of waste liquors on the growth of Flax.

區別	民國31年1月26日	2 月 16 日	3 月 6 日	3月26日 (收穫)
1	20.7	36.3	51.2	75.7
2	21.8	43.2	57.1	80.4
3	21.2	32.6	54.2	78.0
4	19.9	30.0	50.2	74.5
5	20.6	31.3	47.2	71.5

由上列結果看來，於株高是2區在全生育期間中爲最長者，3區次之，廢液之施用量若至 40c.c. 稍現劣勢，次而調查開花期，其結果如第 47 表。

第 47 表

Table 47. Effect of waste liquors on the flowering time of Flax.

區　別	1	2	3	4	5
月　日	3 月13日	3 月17日	3 月19日	3 月13日	3 月18日

由此結果看來，施用廢液做基肥，對亞麻之開花期殆無影響。

(2) 收成物調查　對收成物之根及莖葉，調查全區乾物量及每株風乾物量其結果如第 48 表。

第 48 表

Table 48. Effect of waste liquors on the yield of Flax.

區　別	每株風乾物量 (g)		全風乾物量 (g)	
	根	莖　葉	根	莖　葉
1	0.017	0.185	0.85	9.3
2	0.023	0.200	1.15	10.0
3	0.016	0.190	0.80	9.5
4	0.011	0.180	0 55	9.0
5	0.014	0.160	0.70	8.0

由上表看來廢液施用區中，比標準區較優秀者，於根是 2 區莖葉是 2、3 區若是廢液施用至於 40c.c. 以上，各致減收，所以廢液做基肥之最適用量是在 8～20c.c. 之間，這與生育狀況大概一致，而且做基肥施用之效果，不及做追肥施用之效果，由第 43 表，第 46 表之各種收成物調查結果看來，自可明瞭而且這與水稻之施用廢液之情形相同。

第三章　鎂之効果再檢討

Chapter III. Reinvestigation on the effect of magnesium salt.

對於作物之生育及收量上，施用紙渣之亞硫酸紙漿廢液見效者，是因含有肥效之有效成分，如含有鎂、石灰、珪酸、鉀、磷酸、硫黃、及有機物等等，已在前章業經略述。這些成分之中，鉀，燐酸，石灰及有機物等在植生上爲有效者是在肥料學上所公認之常識。珪酸(433.460～487)硫黃(458.459) 鎂 (433.448～450) (452～457) 亦在植生上及植產上爲有利亦是許多文献所提示的。

如此植物生產上鉀、燐酸、鈣及有機物等之有必要者可無疑議，因之廢液施用之效果，亦由於廢液所含之鉀、燐酸、石灰及有機物等之肥效所致，亦屬無疑、珪酸、硫黃、鎂三者，亦如上述，對於植生及植產上有利因此致使廢液之肥效加大，故對這些肥效之再檢討既無餘地，可是由量來看，佔廢液無機物大半之鎂肥效須要再加檢討，以便明確廢液之肥效機構，所以著者實施盆栽試驗，調查對小麥、亞麻施用鎂之影響，以下報告其結果。

第一節　鎂對於小麥生育及收量之效果

Influence of magnesium application on the growth and the yield of wheat.

本試驗是要明瞭施用鎂對小麥之生育及收量之效果及其程度，以便明硫廢液肥效之機構而實施的。

栽 培 條 件

(1) 土壤，臺灣大學農學院附近之丘陵地採取之第三紀砂岩頁岩質壤土，使用 Wagner 鉢，每盆 15kg.

(2) 肥料　各盆鉢施用硫安 (21%)2g, 過磷酸肥料 (19.5%)3g. 硫酸鉀 1g.

(3) 鎂　鎂用硫酸鹽，各區之全施用量如下：

區　　別	1	2	3	4	5	6
硫 酸 鎂 (g)	0	0.2237	0.5718	1.1436	2.2872	3.4308

但 2、3、4、5、6 區添加之鎂數量，各與廢液 8、20、40、80、120c.c. 中之鎂量相等。

(4) 播種及收成，用琦玉 27 號種子，於民國 31 年 12 月 7 日，各盆鉢播下 50 粒，民國 32 年 1 月 7 日 每盆爲 5 株，同年，3 月 29 日收穫完畢。

試 驗 結 果

(1) 生育調查，調查之結果如第 49 表，表中數字是 2 盆鉢之平均值。

第 49 表 生 育 調 查

Table 49. Effect of waste liquors on the growth of wheat.

區別	民國32年1月22日		2月3日		2月13日			2月23日			3月3日			3月13日			3月23日		
	株高 cm.	分蘖	株高 cm.	分蘖	株高 cm.	分蘖	穗	株高 cm.	分蘖	穗	株高 cm.	分蘖	穗	株高 cm.	分蘖	穗	株高 cm.	分蘖	穗
1	33.5	5.0	55.3	10.5	61.2	10.5	1.5	61.4	11.5	5.5	61.5	12.0	10.5	61.1	12.0	11.0	62.5	12.0	11.0
2	33.1	5.5	54.3	11.5	60.7	11.5	2.0	61.5	12.0	6.0	61.2	12.5	11.0	61.8	12.5	12.0	62.3	12.0	12.0
3	35.1	5.0	57.2	11.5	62.5	12.0	2.0	63.5	12.5	6.5	65.0	12.5	12.5	65.0	12.5	12.5	66.1	12.5	12.5
4	32.5	5.0	53.7	13.0	58.4	13.0	2.0	61.2	14.0	4.5	62.6	14.0	13.0	63.0	14.0	13.5	63.2	14.0	14.0
5	32.3	5.0	53.5	12.0	58.1	12.0	2.0	59.3	15.0	5.5	63.7	15.5	11.5	63.4	15.5	15.5	63.8	15.5	15.5
6	32.8	5.0	54.2	13.0	60.4	13.5	3.0	61.1	13.0	6.5	64.6	14.0	12.5	64.5	14.0	12.5	65.1	14.0	12.5

由上表看來，株高是 2 月 23 日，分蘖是 3 月 3 日，穗數是 3 月 13 日，各達最高峯，以後不見增加之勢，全般看來，株高、分蘖、穗在各鎂施用區都比標準區較優，大致有鎂用量愈多愈好之傾向，但是 6 區是鎂最大使用區，至於生育末期，其優秀程度稍劣，所以就生育狀況看起，鎂之最適施用量大略可見在於 3~5 區，就是 0.6~2.3g 之範圍內，次調查出穗日的結果如第 50 表。

第 50 表

Teable 50. Effect of waste liquors on the earing of wheat.

區 別	1	2	3	4	5	6
月 日	2 月13日	2 月27日	2 月11日	2 月11日	2 月15日	2 月12日

由上表可見各區都是 2 月中出穗，而且鎂施用區一般出穗較早，但是看出與鎂施用量之比例關係。

(2) 收穫物調查

收穫物中全收量，穗重、根重、稈重、麥粒等調查之結果，(乾物量) 示於第 51 表。

第 51 表

Table 51. Effect of waste liquors on the yield of wheat.

區別	麥粒 (g)	乾物量 (g) 穗	稈	根	計	穗數	每穗穀實 (g)	根長 (cm.)
1	6.3	7.9	15.0	1.5	24.4	12.5	0.50	30
2	6.8	9.3	16.3	2.3	27.9	13.0	0.52	32
3	7.5	9.8	17.3	2.5	29.6	13.8	0.54	31
4	6.8	9.3	17.0	2.0	28.3	14.0	0.49	29
5	7.0	9.9	20.0	2.5	32.4	15.5	0 45	29
6	6.8	10.0	17.3	2.0	29.3	14.3	0.48	33

依上表除每穗麥粒及根長外，全鎂施用區比標準區較優，但與鎂施用量並沒有什麼相關關係，至於各穗之穀子，對標準區之 0.50g. 2.3 區各是 0.52. 0.54g. 比之較優，4 區之 0.49g 爲第三位，5 區之 0.45g 爲最輕，根長各區都示 30cm. 內外之數。在收量上看。鎂之最適施用量大體也在 3~5 區，即是 0.6~2.3g (做硫酸鎂) 之範圍內，這與生育狀況有同樣結果。

(3) 土壤反應，收穫後就盃鉢土壤用 Antimony 電極法測定其 pH，得其結果如下表。

第 52 表

Table 52. Influence of waste liquors on the soil reaction.

區 別	1	2	3	4	5	6
蒸餾水處理	6·0	5.9	5.8	5.3	5.8	6.0
N-KCl 處 理	5.0	4.9	4.8	4.8	4.7	5.1

蒸餾水處理 pH 之中 4 區之 5.3 最低，1.6 區之 6.0 最高，其他位於中間，在於 N-KCl 處理 pH, 即 6 區之 5.1 最高，5 區之 4.7 最小全般看起，各區間之差異極少，由此施用這程度之鎂，引起栽培後土壤 pH 之這種程度的影響實屬無妨。

考查及摘要 Discussion and Summary

依上記試驗結果看來，對小麥之生育及收量，施用鎂之效果，如此程度使用量有相當顯明之效果，對土壤 15kg 施用硫酸鎂是 0.6~2.3g，之範圍內最爲良好，要之對小麥施用廢液之效果如第一章第三節所示，由於廢液中之成分，例如石灰，硅酸、鉀、磷酸、硫黃、有機物等所致，這是毋庸贅述，由量上看來，無機物之大半之鎂的效果不能輕視，於是廢液之肥效可能大部分是靠着鎂之存在。

第二節 鎂對於亞麻生育及收量之效果

Influence of magnesium application on the growth and the yield of flax.

爲明瞭對亞麻施用鎂之效果，而舉行盆栽試驗，其栽培條件及試驗結果如下。

A. 栽培條件

(1) 土壤，由臺灣大學附近之丘陵地所得之第三紀砂岩頁岩質壤土，使用於 Wagner 盆各 15 公斤。

(2) 肥料，各盆硫銨 (21%) 1.428g. 過磷酸肥料 (19.5%)2g 硫酸鉀 0.445g，全部作基肥於播種前一日施用之。

(3) 鎂施用量 鎂作硫酸鎂供給，全部於播種前一日施用，各區之施用量如下。

區 別	1	2	3	4	5	6
施用量(g)	0	0.2237	0.5718	1.1436	2.2872	3.4303

(4) 播種及收穫 Peruno 一號之種子，以 2 重複制，每缽當於民國 31 年 12 月 7 日，播種 100 粒，民國 32 年 1 月 7 日，調節一盆爲 50 株同年 3 月 29 日收穫完畢。

B. 試驗結果

(1) 生育調查

生育中按期調查，其平均株高之結果如第 53 表。

第 53 表

Table 53. Effect of waste liquors on the growth of flax.

區 別	1 月22日	2 月 3 日	2 月13日	2 月23日	3 月 3 日	3 月31日	3 月23日
1	19.4	23.2	28.4	33.0	39.9	53.3	73.2
2	20.1	23.4	29.4	35.3	42.3	58.3	78.3
3	21.2	25.6	31.6	36.2	45.1	53.7	73.6
4	21.5	26.5	31.8	37.2	44.5	57.2	77.0
5	21.7	25.7	30.9	36.1	42.8	56.9	76.9
6	19.8	24.6	30.4	36.0	42.7	57.6	77.6

由上表之結果看來，於 2~6 區鎂施用區之株高，全生育期間都比標準區較優，但與鎂施用

量並無平行關係。

次調査鎂施用，是否影響亞麻之開花，其結果如第 54 表。

第 54 表

Table 54. Effect of waste liquors on the flowering time flax.

區　　別	1	2	3	4	5	6
月　　日	3/27	3/23	3/26	3/29	3/24	3/28

由上表可知 5 區之 3 月 24 日最早，3 區之 3 月 26 日次之，標準區之 3 月 27 日第 3 位，4 區之 3 月 29 日最遲，全般看來，因於用鎂對於開花期之影響，如此程度遲度外亦可。

(2) 收量調査　對收成物之莖葉，根調査全氣乾物量及每株風乾物量其結果如第 55 表。

第 55 表

Table 55. Effect of waste liquors on the yield of flax.

區　　別	每株風乾物量 (g)		全風乾物量 (g)		根　長 (cm.)
	根	莖　葉	根	莖　葉	
1	0.015	0.175	0.75	8.75	27.5
2	0.016	0.206	0.80	10.30	21.0
3	0.017	0.204	0.85	10.20	25.0
4	0.018	0.208	0.90	10.40	22.5
5	0.029	0.207	1.40	10.35	24.5
6	0.023	0.181	1.15	9.05	25.5

由上記之結果考察，每株風乾物量，全風乾物量，都是鎂施用區，有較良好之成績，大體第五區即鎂 2.3g 以下之施用量時隨其用量而有增收，但至於 3.4g 以上則增收，稍爲低下，根長是標準區之 27.5cm. 最長 2 區之 21cm. 最短在各區間並無顯著差異，難見鎂施用之特別關係。

(3) 土壤反應

收穫後由 Antimony 電極法測定其 pH 值，其結果示於第 56 表。

第 56 表

Table 56. Effect of waste liquors on the soil.reaction.

區　　別	1	2	3	4	5	6
蒸餾水處理	5.9	5.7	5.8	5.9	5.7	5.8
N-KCl 處理	4.8	5.0	5.0	4.8	4.7	5.0

由之無論蒸餾水處理，或是 KCl 處理， pH 在於各區間之差異極小，難認鎂施用之特殊關係。

考查及摘要 Discussion and Summary

由上記試驗結果考查，因施用鎂而有影響亞麻之生育及其收量，既有相當顯著之效果，並可明白對土壤 15kg. 施用硫酸鎂之施用量是 0.23～2.3g 之範圍內最爲良好。

總而言之，對亞麻施用廢液之效果，如第一章第四節所示，對土壤 15kg. 施用廢液 80cc. 以下時，其效果是由廢液中的肥效成分如石灰、硅酸鉀、燐酸、硫黃、有機物等所致的，但是占無機物大半之鎂之效果亦不能輕視的。

第四章 廢液之殘效

Chapter IV. Residual effect of liquors.

廢液對於水稻、陸稻、小麥、亞麻等之各種作物，若施用適量，對於生育上及增收上確有效果，而此效果，是因廢液之成分，尤其是鎂之肥效所致，此徵之上述，自可明白。然而實際上普及廢液施用時，尙待明瞭廢液殘效之程度，欲得此項參考資料，故行本試驗。

第一節 預備調查試驗

Preliminary testing

欲得對廢液殘效之大體概念起見，於水稻之第 3 次追肥田間試驗，即民國 30 年 2 期作後，以其廢液少量區爲試驗區，在民國 31 年一期作第 4 次追肥田間試驗（第一章第一節參照民國 31 年一期作）時，不添加廢液，只添加標準量之肥料而同時試驗，以比較普通之標準區及無肥料區，以便調査廢液 3 次連用殘效之程度。

A. 栽培條件

(1) 試驗地：臺灣大學農學院附屬第一農場水田各區 5 坪。

(2) 肥料：每區硫安 (21%) 0.629kg，過燐酸 (19.5%) 0.702kg.，硫酸鉀 (48%) 0.278kg，插秧前日全部施用。

(3) 插秧及收成：民國31年 3 月 11 日，插臺中 65 號，3 枝爲 1 株，每區插 225 株，3 月 19 日、3 月 26 日施行除草 2 次，同年 7 月 7 日收穫完成，各區之內容如下：

區別	1	2	3
內容	無肥料區	標準區	廢液殘效區

B. 試驗結果 Experimental result

(1) 收量調査：各區之收穫物分爲穀實及藁稈，乾燥後，就 2 區平均重量及標準區之收量爲 100 與各區收量之比較數示於第 57 表。

第 57 表

Table 57. Residual effect of liquors on the yield of rice.

區別	穀粒		藁	
	收量 (kg)	比較數	收量 (kg)	比較數
1	2.71	80.4	2.82	72.7
2	3.37	100.0	3.88	100.0
3	3.41	101.2	3.95	101.8

由是觀之，穀實稻藁共收量都是3>2>1之順序，比標準區收量之增收率各是1.2、1.8% 明顯表現有廢液之殘效。但本試驗是廢液 3 次連用後而施行，所以以本預備試驗成績而推論殘效之程度，略感不充分，但是大略推定亦屬無妨。

第二節 本調查試驗 Field testing

由前記豫備試驗之結果，大略可知廢液殘效之存在，但是欲知其程度之正確，稍屬不充分，所以在民國 31 年 2 期作時，於前期作已準備之區，即開始本試驗，就是民國 31 年 1 期作時（參考第一章第一節）添加標準量之肥料與廢液於從來之無肥料區，而栽培水稻，翌年 2 期作時，只添肥料，無施廢液而播同品種之水稻，與標準區及無肥料區比較廢液殘效之程度，爲便於參考起見，並示一期作之成績。

A. 栽培條件

(1) 試驗地肥料：皆與預備試驗之時同。

(2) 秧及收穫：兩期作都播嘉中 65 號，3 枝爲 1 株，每區插 225 株，民國 31 年1期作於3 月 11 日插秧，並於 3 月 19 日、3 月 26 日除草各一次。3 月 20 日、3 月 28 日，均分施用廢液 241 爲追肥各一次，同年 7 月 7 日收穫完成。又民國 31 年 2 期作於 8 月 4 日插秧，8 月 12 日、8 月 20 日除草，同年 12 月 19 日收穫完成。

B. 試驗結果

(1) 收量調查：收穫物分別穀實與稻藁，日光乾燥後秤量，第 58 表示 2 區平均值及標準區之收量爲 100 時之各區收量比較數。

第 58 表

Table 58. Residual effect of liquors on the yield of rice.

		穀實		藁	
		收量 (kg)	比較數	收量 (kg)	比較數
一期作	無肥料區	2.71	80.6	2.82	72.7
	標準區	3.37	100.0	3.88	100.0
	廢液 241 區	4.29	127.2	5.55	143.5
二期作	無肥料區	3.23	93.8	3.99	93.5
	標準區	3.44	100.0	4.05	100.0
	廢液殘效區	3.59	104.3	4.33	106.9

由上可知一期作廢液添加區之穀實稻藁收量最高，比標準區各示 27.2%、43.5% 之增收，在2期作是廢液殘效區最為良好，標準區次之，無肥料區最劣。

(2) 收穫物調查

依前記收量調查之結果，對廢液殘效之存在，雖屬無疑，再要涉及細部之事項調査，所以刈取各區對角線上之 20 株來調查，其結果示於第 59 表。

第 59 表

Table 59. Residual effect of liquors on the yield of rice.

區別		收成物 (g)			每穗穀實 (g)	分蘖數		藁長 (cm.)
		全量	藁	穀實		總數	有效數	
二期作	無肥料區	27.6	14.5	13.1	1.32	9.9	9.9	92.0
	標準區	30.3	16.5	13.8	1.33	10.3	10.9	91.4
	廢液殘效區	30.9	16.3	14·6	1.33	10.6	10.6	93.3

可知收成物之全量、每穗穀實、分蘖數、株高，均以廢液殘效區比標準區較良好，故依本試驗之結果，可知施用如此程度之廢液，所致殘效，較標準區其增收率在穀實稻藁各有 4.3%、6.9%。

第五章 結　　論

Chapter V. Summary

如上詳細記述，蔗渣之亞硫酸紙漿廢液，施用原狀之適當量，由其含有成分之效果，能够促進水稻、陸稻、小麥、亞麻等各種作物之生育及增加其收量，業經判明。且其殘效有相當顯著，亦已明瞭，故對於實際農業上利用廢液，若得其宜，必能够獲得優良效果。除廢液之肥效相當可觀外，還有殘餘之實際問題，例如由廢液連用引起土壤性質及收成物組成之變動，但此項問題如以下述第三編及第四編所示亦無何不利之後果，由此點看來，對農作物施用廢液，概無問題。

第三編　廢液施用對於土壤性質之影響

Part III. The influence of waste liquor application on soil properties.

第一章　概　　論

Chapter I. Introduction

廢液施用及連用於水稻、陸稻、小麥、亞麻等各種作物之結果，對於增收上均有明顯之功效，旣如上述。但土質與施肥有密切的關係，亦爲一般人所承認的。故先就有關土質與施肥之文摘介紹如下。

市川氏 (485) 研究肥料對於土壤之影響，結果土壤因添加硫銨而化酸性，但因施用過磷酸肥料及硫酸鉀，不但土壤不酸性化，反可緩和其酸度。荒川氏 (486) 就水田土壤，因施用化學肥料而引起酸性化之研究結果，報告化學肥料之連用，能變化土壤之可溶成分含量，對土壤酸化影響甚大，而其程度之大小，則與土壤緩衝作用之强弱成反比例。平井、三好 (487) 等亦報告同樣肥料之連用，能影響土壤之性質，若依大杉、遠藤 (488) 等之報告，則因銨鹽等施用，對於土壤酸性化之影響程度，依硫銨、鹽銨、磷銨、硝銨之順序而降低。

麻生 (489) 於硫銨及氰氮化鈣之連用試驗成績，發表氰氮化鈣中之生石灰能增加土壤中之石灰含量，有中和其酸性之作用，然連用多量，則土壤變鹽基性，Fe、Mn、P_2O_5 等難被植物吸收而同化致成不良之結果，尤對稻之生育上有特大之阻害；反之，硫安之連用，土壤能被酸性化，不僅大麥等之生育大受阻害，石灰及其他之鹽基，亦損失甚大，故有併用石灰肥料之必要。

手島 (490) 亦調查就連用硫銨與氰氮化鈣水田土壤之反應，其結果，硫銨之連用能變土壤酸性，能縮少置換性鹽基，鹽基飽和度及緩衝能，然氰氮化鈣則反之，土壤酸性化之程度極弱，而置換性鹽基及緩衝能反大。平井、土田 (491) 等 Pierre. W.H. (492) Allisen, F.E. and R.C. Cook (493) Morse, F.W. (494) Blair A.W. and Prince, A.L. (495) 等，亦報告無機質肥料，就中硫銨之施用或連用，可促進土壤之酸性化。再依小林 (496) 報告，則以因肥料之連用，影響土壤緩衝能與接觸能之低下者，皆由於無機質肥料之連用，促使土壤之酸性化，或鹽基減少，但無機質肥料連用之土壤酸性化，可以大豆粕、堆肥、綠肥等之有機質肥料之併用而減輕。

此外尙有許多關於土壤之理學的性質及土壤反應以外關於土壤化學的性質之詳細的研究 (497)。例如長谷川 (498) 就連用同一肥料之水田，研究其土壤粒子之組織，結果施肥區比無施肥區粘土減少，粗砂及細砂增加，言肥料之連用，能影響於土壤耕耘之難易，Smider (499) 經 27 年間在一定之輪作下，施用過磷酸石灰、磷礦粉及 Thomas 磷肥等之磷酸肥料，並於每 acre 併用三噸或八噸之石灰，而後取其土壤，分別就其石灰及於土壤磷酸與施用磷酸鹽之影響，石灰與土壤中置換性石灰，鎂與土壤反應之關係，土壤管理與輪作及於土壤中氮，有機物含量之關係，及因作物所吸收同化之磷酸與鉀等項加以觀察，其結果知磷礦粉之肥效更有持續性，又因加用石灰土壤中不溶解之磷酸能變可給態，促使土壤 pH 之上昇及置換性石灰之增加，但有效態鉀及置換

性鉀，則漸減少，並抑制磷礦粉之效，但可助長過磷酸石灰及 Thomas 磷肥之肥效。

又小澤、田村等 (500) 以有機質肥料之堆肥、綠肥及無機質肥料之氰氮化鈣、過磷酸石灰、硫酸鉀等，連用 13 年，調查其土壤之理化學的性質，有變劣。

如上述施肥之及於土壤性質之影響程度，有種種不同之報告，要之，從理化學上觀之，可判明其有變化，故就廢液施用或連用後之二種土壤，加以調查其一般理化學的性質。

第二章 供 試 土 壤

Chapter II. Description of soils used in this experiment.

供實驗用之土壤係民國三十年施行於一期作水稻之盆鉢及圃場之兩廢液施用試驗區土壤，又關于供試土壤的詳細記載，既如第二編第二章所記述，今僅將其大略記述如下。

盆鉢試驗區土壤係由臺灣大學附近丘陵地所得之第三紀砂岩頁岩質之壤土，以下爲便於說明簡稱爲 A 土壤。

區別：1. 將本土壤 5kg, 施用硫銨 3.5714g., 過燐酸肥料 3.2257g，硫酸鉀 0.925g，作爲標準區土壤。

2. 除標準區所施之肥料外，再加施廢液 40 cc.，分四次追施之土壤。

3. 除標準區所施之肥料外，再加施廢液 80 cc.，分四次追施之土壤。

(註) 本盆栽試驗於民國 30 年 3 月 18 日插秧，同年 8 月 4 日收穫，水稻品種爲臺中 65 號，肥料皆用作基肥，於插秧前一日施用。廢液之追肥日是 3 月 26 日、4 月 3 日、4 月 17 日、4 月 25 日，在玻璃室內栽培，各區將其收穫後之土壤風乾混爲均一，通過 2m.m. 之篩，而用作試料。

田間試驗區土壤係臺灣大學農學院附屬農場水田細埴土，下爲便於說明簡稱爲 B 土壤。

區別：4. 無肥料區土壤。

5. 對面積五坪，施用硫銨 0.629kg. ，過燐酸肥料 0.702kg. ，硫酸鉀 0.278kg. 之標準區土壤。

6. 除標準區所施之肥料量外，再加施廢液 121 分 2 次等量追施區之土壤。

7. 除標準區所施之肥料量外，再加施廢液 241 分 2 次等量追肥區之土壤。

(註) 本田間試驗係民國 29 年 2 期作 (第一次田間試驗) 後，在同一場所依第一次試驗條件施行之廢液 2 次連用試驗，調查其廢液連用及於土質之影響，雖材料稍感不足，然欲得大體概念，乃認作十分。

用於本試驗之水稻爲臺中 65 號，民國 30 年 3 月 15 日插秧，每株三枝，同年 7 月 10 日收穫，收穫後採取各區土壤，風乾，混和均一，通過 2m.m. 之篩，而用作試料。

第三章　廢液施用對於土壤理學組成及性質之影響

Chapter III. Influence of the waste liquor application on the mechanical composition and physical properties of soils.

第一節　理學組成　Mechanical compostion

將各土壤理學的組成照 A.S.K. 法 (501) 之得如第 60 表所示之結果。

第 60 表

Table 60. Effect of waste liquors on the mechanical composition of soils.

區別	1		2		3		4		5		6		7	
	細土	原土	細土	原土	細土	原土	細土	原土	細土	原土	細土	原土	細土	原土
礫	—	1.1	—	0.9	—	1.3	—	0.2	—	0.3	—	0.4	—	0.4
粗砂	30.0	29.7	24.5	24.3	30.5	30.1	2.5	2.5	1.5	1.5	3.5	3.5	2.5	2.5
細砂	24.0	23.7	25 5	25.3	24.0	23.7	4.5	4.5	6.0	6.0	6.0	6.0	4.5	4.5
微砂	14.5	14.3	15.0	14.9	15.5	15.3	27.5	27.4	29.5	29.4	29.0	28.9	27.5	27.4
粘土	31.5	31.2	35.0	34.6	30.0	29.6	65.5	65.4	63.8	62.8	61.5	61.2	65.5	65.4
土性	壤土		壤土		壤土		細埴土		細埴土		細埴土		細埴土	

由上表觀之，數字上雖有差異，但其程度不甚顯著，可認作實驗的誤差，故廢液施用及連用之及於土性之影響甚小。

第二節　理學性質

General physical properties.

照常法 (502) 就各土壤之理學性質調查之結果，如第 61 表。

第 61 表　土壤之一般理學的性質

Table 61. Effect of waste liquors on the general physical properties of soils.

區別	1	2	3	4	5	6	7
水分	2.48	2.25	1.89	2.25	2.28	2.16	2.32
眞比重	2.65	2.66	2.66	2.66	2.66	2.65	2.66
水中沈定容積 c.c.	110	110	110	119	120	120	120
土壤在水中占 100c.c. 重量 (g)	90.91	90.91	84.03	83.33	83.33	83.33	83.33
粗土 容重	114.23	113.13	114.73	76.66	76.92	76.96	76.63
粗土 容積比重	1.11	1.11	1.13	0.75	0.75	0.75	0.75
粗土 容水量 (重量%)	43.39	43.88	44.01	63.26	63.60	63.13	63.35
粗土 容水量 (容積%)	48.72	48.71	49.73	47.45	47.71	47.35	47.51
粗土 實積 (容積%)	40.34	40.79	41.68	27.57	27.55	27.69	27.54

第 61 表 (續)

別 區		1	2	3	4	5	6	7
粗土	孔隙 (容積 %)	59.16	59.21	58.32	72.33	72.45	72.31	72.46
	最高大氣透通量	56.68	56.96	56.43	70.08	70.17	70.15	70.14
	最低大氣透通量	10.45	10.50	8.59	24.88	24.74	24.96	24.95
	水吸昇時間 (分)	80	80	79	200	200	199	202
密土	容重	128.70	127.90	129.50	100.30	100.60	101.70	100.10
	容積比重	1.26	1.25	1.27	0.78	0.98	0.99	0.98
	容水量 (重量%)	33.49	33.40	33.61	56.48	56.60	56.47	56.53
	容水量 (容積%)	42.19	41.75	42.68	55.35	55.47	55.91	55.40
	實積 (容積%)	46.37	45.94	46.84	36.01	36.00	36.56	35.99
	孔隙 (容積%)	53.63	54.06	53.16	63.99	64.00	63.44	64.01
	最高大氣透通量	51.15	51.81	51.27	61.74	61.72	61.28	61.69
	最低大氣透通量	11.44	12.31	10.48	8.64	8.53	7.53	8.61
	水吸昇時間 (分)	89	87	83	301	300·	299	303

觀第 59 表之結果，眞比重、水中之沈定容積、在水中充滿 100c.c. 之土壤重量等，兩土壤殆示同等之數值，又於一般理學的性質，在粗密兩狀態及在 A、B 兩土壤其數字雖有差異，然於各土壤間之差異極少，換言之，因廢液施用及連用之土壤，其理學的性質上之特異性，A、B 兩土壤殆皆認爲無，因之，從理學性質上觀之，廢液施用或連用所及於土壤之影響，殆可認作無。

第四章 廢液施用對於土壤化學組成及性質之影響

Chapter IV. Influence of the waste liquors application on the chemical composition and properties of soils.

第一節 土壤置換容量，鹽基飽和度及各置換性鹽基量

The exchangeable capacity, the degree of base saturation and the quantities of exchangeable bases.

用醋酸鈣法 (501) 測定置換容量、鹽基飽和度及各置換性鹽基，而各置換性鹽基對全置換性鹽基量之比率，則用計算求得，結果如第 62、63、64 表。

第 62 表 土壤置換容量與鹽基飽和度

Table 62. Effect of waste liquor on the exchangeable capacity and the degree of base saturation.

區 別	置換性氫 Exchangeable H_2 m.e./100g. soil	置換性鹽基 Exchangeable base m.e./100g. soil	置換容量 Exchangeable capacity m.e./100g. soil	鹽基飽和度 %
1	1.91	7.21	9.12	79.05
2	1.72	7.46	9.18	81.26
3	1.27	7.99	9.20	86.28

第 62 表 (續)

區 別	置換性氫 Exchangeable H_2 m.e./100g. soil	置換性鹽基 Exchangeable base m.e./100g. soil	置換容量 Exchangeable capacity m.e./100g. soil	鹽基飽和度 %
4	6.31	6.38	13.19	43.36
5	6.81	6.40	13.21	48.44
6	6.50	6.68	13.28	50.30
7	6.22	7.00	13.22	52.95

第 63 表 各置換性鹽基量 (m.e./100g soil)

Table 61. Effect of waste liquors on the amount of every exchangeable bases.

區 別	Ca	Mg	Fe	Al	K	Na	合 計
1	4.33	1.70	0.25	—	0.32	0.56	7.21
2	3.71	2.52	0.24	—	0.43	0.56	7.46
3	3.68	2.63	0.40	—	0.74	0.54	7.99
4	2.10	0.82	2.16	0.21	0.43	0.66	6.38
5	2.11	0.83	2.13	0.19	0.44	0.69	6.39
6	2.07	0.96	2.18	0.16	0.52	0.61	6.49
7	2.05	1.21	2.19	0.37	0.52	0.66	7.00

第 64 表 各鹽基比率(%)

Table 64. Effect of the waste liquor on the proportion of each exchangeable bases.

區 別	Ca	Mg	Fe	Al	K	Na
1	60.74	23.57	3.46	trace	4.43	7.76
2	49.73	33.78	3.21	—	5.76	7.51
3	46.05	32.91	5.03	—	9.26	6.75
4	32.76	13.26	33.69	3.27	6.70	10.29
5	33.02	12.98	33.33	2.97	6.88	10.79
6	31.89	14.79	33.59	2.46	8.01	9.39
7	29.28	17.28	31.28	5.28	7.42	9.42

要之廢液之施用或連用於土壤，置換容量殆無影響，而可提高置換鹽基量及飽和度，又對各鹽其分別觀之，Fe、Al、Na 等其增減之程度極少，然能招致 Ca 之減少，Mg、K 之增加明矣，可知廢液中之 Mg、K 能與土壤之置換性氫置換。

第二節　土壤之熱鹽酸可溶成分

Hot conc. hydrochloric and soluble substance.

第 65 表　熱鹽可溶成分

Table 65. Effect of the waste liquor on the hot conc. nydrochloric acid soluble substance.

區　　別	1	2	3	4	5	6	7
鹽酸不溶風乾物	86.68	86.67	86.23	88.21	88.73	88.18	88.04
鹽酸不溶礦物質	85.05	84.61	84.06	84.29	84.05	84.04	83.36
鹽酸可分解分	11.51	11.78	12.05	10.21	10.41	10.89	11.43
鹽酸可溶 SiO_2	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
碳酸鈉可溶 SiO_2	6.69	6.75	6.74	6.33	6.10	6.34	6.54
可溶 SiO_2 合計	6.72	6.79	6.78	6.36	6.13	6.38	6.58
Al_2O_3	3.84	3.82	3.91	3.70	4.01	3.64	3.69
Fe_2O_3	4.21	4.07	3.91	1.69	1.70	1.66	1.38
FeO	0.92	1.03	1.18	2.50	2.54	2.56	2.84
全 Fe (as Fe_2O_3)	5.23	5.21	5.22	4.47	4.52	4.51	4.54
Mn_3O_4	0.66	0.65	0.65	0.54	0.50	0.55	0.53
CaO	0.57	0.63	1.15	0.24	0.23	0.61	0.98
MgO	0.56	0.57	0.59	0.62	0.81	0.81	0.84
K_2O	0.11	0.13	0.33	0.11	0.13	0.13	0.16
Na_2O	0.10	0.11	0.28	0.11	0.14	0.11	0.17
P_2O_5	0.34	0.37	0.37	0.24	0.29	0.32	0.36
SO_3	0.20	0.25	0.28	0.24	0.23	0.18	0.30
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
CO_2	—	—	—	—	—	—	—
CaO/MgO	0.73	0.79	1.40	0.27	0.20	0.52	0.95

(附註) 上記 2、3、6、7 區鹽酸可溶無機成分之量，是除添加廢液中之無機物之量。

照上表之結果，鹽酸可分解分， A、B 土壤皆多於廢液施用區，即在 A 土壤， 2、3 區之 11.76%、12.05% 皆比較 1 區之 11.51% 爲多，在 B 土壤於 6,7 區爲 10.89%、11.43% 標準區 (5 區) 及無肥料區 (4 區) 爲 10.41%, 10.21%，亦可知於廢液施用區爲多。又施用量愈多，鹽酸可分解分亦愈高，此事實與 Spulnik (439) 最近發表謂因施用亞硫酸鈣鹽爲主成分之亞硫酸紙漿廢液，致使土壤中之水溶性成分之含量昇高相符合， 由是可知因廢液之酸性， 使土壤中之不溶解成分變爲溶解成分，又因廢液有機物中，存有腐植酸樣物質，亦可知由可溶性腐酸鹽 (503) 之形成，而引起土壤中之不溶解成分之可溶化，亦是其原因之一。

再就鹽酸可溶解分一一觀之， Al 在 A 土壤是 3.82~3.91%, 在 B 土壤則 3.64~4.01% ，難認爲因廢液施用之影響。 Fe_2O_3 在 A 土壤是 3.91~4.21%, 在 B 土壤 1.38~1.70%, 即一般因廢

液施用而減少，FeO 則反而上昇，全體的鐵是在 A 土壤 5.13～5.09% 在 B 土壤則4.19～4.27%，近似同量，又因廢液施用後 FeO 之增加有如上述，是因廢液的還元性所致，就 Mn 而言，在A土壤 0.65～0.66%，在 B 土壤 0.50～0.55%，則可認因廢液施用之影響全無，至於 K、Na、P_2O_5、SO_3 雖僅少量，然在 A，B 兩土壤皆因廢液施用認爲稍有增加。

Ca、Mg 因廢液施用而有增加，且前者比後者較著，故 A、B 兩土壤皆招石灰率之上昇，此事就上表觀之即可明白，然如此程度之石灰率上昇對於水稻生育殆無害處，已在第二編第一章第一節記述，依收量調査之結果可能推定，又對於水稻生育 Ca/Mg=1 (435) 附近可明認爲最適之一般概念也可能推定。

又單因石灰率，植物生育無被左右者是最近之見解 (504)，假使對其他的土壤、作物、因廢液施用，石灰率雖有變動，然在實際上，則可認爲無甚害。而對上述土壤，如因上述程度之廢液施用，石灰率之變動雖能見出，然對水稻生育及收量上確爲不受何等影響。

次就鹽酸不溶分的濃硫酸可溶成分定量則得如第 66 表之結果。

第 66 表　濃硫酸可溶成分（熱乾物中%）

Table 66. Effect of the waste liquors on the conc. sulfuric acid soluble substance.

區　別	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	7.65	8.10	8.69	8.58	8.69	10.89	9.49
Al_2O_3	5.84	6.35	5.63	9.04	7.71	6.92	7.60
Fe_2O_3	0.14	0.38	0.57	0.25	0.21	1.11	0.42

照上表 SiO_2 在 A 土壤是 7.65～8.69%，在 B 土壤是 8.58～10.89%，Fe_2O_3 在 A 土壤 0.14～0.57%，在 B 土壤 0.21～1.11%, A、B兩土壤俱因廢液施用而增加，Al 在土壤 5.63～6.35%，在B 土壤 6.92～9.04%，與 SiO_2、Fe_2O_3 不同，顯示因廢液施用而減少，明双方而可判倶與廢液施用量無平行之關係。

第三節　土壤之水分、灼熱減量、碳、氮與腐植之含量及碳率

Moisture, ignition loss, contents of carbon, nitrogen and C-N ratio of soils.

水分、灼熱減量、照常法 (502) 碳用鉻酸法 (501), 氮用 Gunning 變法 (502), 腐植則就前記碳量乘係數 1.72, 碳率是由碳與氮之定量結果計算求得，其結果（熱乾土中%）如第 67 表。

第 67 表

Table 67. Effect of the waste liquor on the some constituents of soils.

區　別	1	2	3	4	5	6	7
水　分	2.480	2.250	2.210	2.250	2.280	2.160	2.320
灼　減	3.330	3.530	3.800	5.330	5.400	4.960	5.090
碳	0.442	0.505	0.456	1.766	1.769	1.779	1.791
氮	0.154	0.147	0.117	0.251	0.203	0.252	0.233
碳　率	2.870	3.435	3.889	7.036	8.714	7.059	7.686
腐　植	0.762	0.871	0.786	3.045	3.049	3.067	3.088

就 1、2、3 之 A 土壤區觀之，其灼減、碳、腐植等，均因廢液施用而增加，是因廢液中有機物存在之故。氮因廢液施用而減少，但碳率隨之增加，因氮之減，而愈加增其度。

次就 4、5、6、7 之 B 土壤區之結果觀之，灼減則在 6、7 區皆比標準區較少，而碳與腐植則反之，又氮在 6 區則略同標準區，各示 0.252、0.251，在 7 區之 0.233 爲稍低，在無肥料區之 0.203 爲最少，碳率中 5 區之 8.714 爲最高，其他則 7、6、4 之次序而降低，大體爲此程度之廢液施用雖少，但於土壤有機物之增加則甚有效。

第四節　土壤之 N/5 鹽酸可溶成分

N/5 HCl soluble elements of soils.

如前述，因廢液施用，土壤中之熱鹽酸可溶成分中 K、P_2O_5、CaO 等皆增其量，今欲明其中能直接利用於植物，所謂可給態之量，故各別取土壤定量其 N/5 鹽酸可溶成分 (501)，第 68 表示其結果。但表中 2、3、6、7 區之各成分量是指由測定量扣除添加廢液量中之相當各成分之量。

第 68 表　N/5 鹽酸可溶分 (mg/100g soil)

Table 68. Effect of the waste liquor on the dilute hydrochloric acid soluble substance of soils.

區　別	1	2	3	4	5	6	7
K_2O	12.0	12.1	12.5	10.2	15.0	15.6	16.0
P_2O_5	6.5	9.0	11.0	12.6	18.0	20.9	25.5
CaO	222.5	239.4	250.0	75.2	76.5	91.6	105.5

由是觀之，可知鉀、燐酸、石灰皆因廢液施用而有增加其可給態之量。

第五節　土壤之養分吸收係數

Nutrient absorption coefficient of the soil.

欲明自廢液施用或連用之土壤之養分吸收係數起見，就上述之 A、B 土壤測定其 N、P_2O_5 之吸收力，即用 2.5% 燐酸錏液法 (501)，而定量之結果，如第 69 表。

第 69 表

Table 69. Effect of the waste liquor on the nutrient absorption coefficient of the soil.

區　別	1	2	3	4	5	6	7
N	187	202	208	191	190	192	204
P_2O_5	440	460	480	500	500	520	504

全般的觀之，因廢液之施用或連用，雖氮與燐酸之吸收係數增加，但其程度不顯著。

第六節 土壤反應

Soil reaction

如本章概說所述，土質與施肥之關係中，最重要者，可能是土壤反應與施肥之關係，因此特再研討土壤之反應，因此就上記 A、B 土壤，即是民國 30 年第一期作之水稻盆栽，及田間試驗區之土壤及第二編第一章所述，對各種作物之各試驗區之收穫後之土壤，就其蒸餾水或 N-KCl 處理懸濁液之 pH, 用銻電極法測定之，且特別對 A、B 兩土壤，更就其置換酸度與加水酸度，分別依大工原法 (501) 與 Kappen 法 (501) 而測定之。玆摘錄其結果，如 70, 71, 71 表。

第 70 表 盆栽試驗區土壤 pH

Table 70. Effect of waste liquors on the reaction of soils from pot experiment.

區別			1	2	3	4	5	6	7
廢液 (c.c.)			0	8.0	20	40	80	120	200
水稻	第1次追肥 (民29.1期)	水	6.7	6.7	7.0	7.1	6.5	5.7	5.7
		KCl	5.7	5.5	5.9	5.8	5.9	4.8	5.3
	第2次追肥 (民30.1期)	水	6.3	6.8	6.3	6.3	6.3	—	—
		KCl	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	—	—
	第1次基肥 (民29.2期)	水	6.4	6.0	6.2	5.9	5.8	5.8	—
		KCl	5.2	5.4	5.6	5.5	5.3	5.5	—
小麥追肥 (民29.12月)		水	5.7	5.5	5.8	5.6	5.5	—	—
		KCl	4.8	5.0	5.0	4.7	4.4	—	—
亞麻 (民30.12月)	基肥	水	5.8	5.8	5.9	5.9	5.8	—	—
		KCl	4.7	4.7	4.8	4.7	4.7	—	—
	追肥	水	5.8	5.8	5.7	5.7	5.8	5.7	—
		KCl	4.7	4.8	4.6	4.7	4.8	4.7	—

追肥、基肥併用區

區別		1	2	3	4	5
廢液 c.c.	基肥	0	0	13	27	40
	追肥	0	40	27	13	0
民 30. 2 期	水	5.9	6.0	5.8	5.9	5.8
	KCl	4.7	4.8	4.7	4.8	4.9

第 71 表 田間試驗區土壤 pH

Table 71. Effect of waste liquors on the reaction of soils from field experiment.

在臺灣大學農場

區別		1	2	3	4	5	6
廢液	(l)	9	0	12	24	—	—
第 1 次追肥 (民 29. 2 期)	水	6.0	5.7	5.7	5.7	—	—
	KCl	4.9	4.8	4.9	4.6	—	—
第 2 次追肥 (民 30. 1 期)	水	5.5	5.4	5.3	5.5	—	—
	KCl	4.5	4.6	4.5	4.5	—	—
第 3 次追肥 (民 30. 2 期)	水	5.3	5.2	5.1	5.0	—	—
	KCl	4.5	4.3	4.3	4.3	—	—
第 4 次追肥 (民 31. 1 期)	水	5.5	5.3	—	5.4	—	—
	KCl	4.5	4.4	—	4.3	—	—
堆肥併用第 5 次追肥 (民 32. 1 期)	水	5.6	5.5	5.5	5.6	5.5	5.5
	KCl	4.4	4.4	4.5	4.4	4.4	4.5
1 次基肥 (民 30. 2 期)	水	5.5	5.4	5.6	5.6	—	—
	KCl	4.6	4.6	4.7	4.6	—	—
2 次基肥 (民 30. 2 期)	水	5.3	5.2	5.3	5.3	—	—
	KCl	4.5	4.3	4.4	4.4	—	—
3 次基肥 (民 31. 1 期)	水	5.5	5.3	5.4	5.3	—	—
	KCl	4.5	4.4	4.4	4.3	—	—
堆肥併用 4 次基肥 (民 32. 1 期)	水	5.6	5.5	5.5	5.5	5.6	5.5
	KCl	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4

在臺中縣的試驗

區別		A	B	C
廢液	(l)	0	0	225 l (對0.02甲)
民 30. 1 期	水	5.6	6.1	5.6
	KCl	5.4	5.7	5.4

第 72 表 置換酸度與加水酸度

Table 72. Effect of the waste liquor application on the exchangeable and hydrolitic acidity of the cultural soils.

盆栽試驗土壤 (簡稱爲A土壤)民 30. 1 期

區別		1	2	3	4	5
廢液	c.c.	0	8	20	40	80
置換酸度	y.	0.18	0.13	0.18	0.13	0.18
加水酸度	y.	13.46	13.55	13.46	14.07	13 32

田間試驗土壤（簡稱爲B土壤）民30. 1期

區　　別	1	2	3	4
廢　液　(e)	0	0	12	24
置換酸度 (y.)	3.00	3.07	3.03	3.00
加水酸度 (y.)	30.10	30.18	27.11	26.10

「附註」就以上之區別內容，請參照第二編之各項試驗，玆先就上記 68 表

視之，在水稻第一次追肥試驗盆栽土壤 pH 值，自一至五區一般的顯示在廢液施用稍高，6、7 區比較標準區一般的爲低，大概由蒸溜水處理所測定之 pH 值與 KCl 所處理 pH 值顯示同傾向，又其施用量未超過 80c.c. 時其 pH 稍高，但其施用量超過 80c.c. 時，則其 pH 值降低，但此傾向並非甚顯著。

就第二次追肥之結果觀之，蒸溜水所處理之 pH, 並無因施用廢液而改變，其pH 且保持 6、3 又以 KCl 處理之 pH, 則標準區示 5.4，而廢液區皆示 5.5，大體因廢液之使用影響於 pH 值改變甚少，就第一次爲基肥試驗後土壤 pH 值而觀之，廢液施用區之蒸溜水處理之 pH 皆比標準區較低，且隨施用量之增加而降低，然其傾向並非顯著，又以 KCl 處理 pH 值全無因施用廢液之影響而有所改變。

就小麥栽培後土壤之 pH 觀之，以蒸溜水處理 pH 值，則除 3 區之 5.8 外，一般的顯示廢液施用區較低，又以 KCl 所處理之 pH 值，4 區、5 區皆標準區較低，此大概因施用廢液能稍爲降低土壤 pH 值，然其程度甚小。

就亞麻栽培後土壤之 pH 觀之，廢液爲基肥或爲追肥施用栽培後之土壤，不論蒸溜水處理液或KCl處理液，其 pH 值在各區間之差異甚少，倘爲追肥基肥併行施用廢液時，亦甚少影響其栽培後土壤 pH 值之改變。

就第 69 表即在臺灣大學及於臺中縣下對水稻田間追肥與基肥試驗後土壤調査 pH 值結果，各區間不論蒸溜水處理之 pH 值或 KCl 處理之 pH 值，其間差異均甚少，故爲此程度之廢液施用量，殆無影響其圃場土壤 pH 值之改變。

要之不論盆栽或圃場，爲此程度之施用量可推定殆無影響於土壤反應，但於臺灣大學之廢液爲追肥或基肥施用後之土壤 pH ，加以詳細觀之，則在同一區域試驗愈重複，則其以蒸溜水或以KCl所處理之 pH 值都顯示稍降下的現象，故由此程度之廢液連用時可推察，似乎可促進土壤之酸性化，但其程度並非顯著，且再考慮灌漑水組成及其反應的時期變化之影響，如上述程度土壤酸性化，可謂大體的無甚影響。

最後就置換酸度及加水酸度觀之，盆栽及圃場兩試驗區之土壤，其置換酸度，殆無因廢液使用而受影響 然而加水酸度則持於圃場試驗區之土壤顯示稍爲低下，此係因由廢液中鹽基之置換，而招致鹽基飽和度之增加。

第七節　灌漑水之化學的組成

Chemical compostion of the irrigating water.

如前述土壤因廢液施用，而蒙受化學的影響，然土壤的性質亦因灌漑水之性質能以改變，故

就前項灌漑於 B 土壤之水的化學組成亦設加以檢討，而進一步考察廢液施用及於土壤化學的性質之影響。然而 A 土壤之灌漑水則在全生育期間皆用自來水故其水，質對於土壤化學的影響，可視爲極小，故對其化學的組成不加以檢討，從來灌漑之問題在農業上極爲重要，然而灌漑水質之問題更爲重要。換言之因灌漑水水質之良好，可引起植生及土壤性質之變化，因而可影響農作物收量，然而其對植生的影響則以灌漑水中可溶性鹽基之量與質成爲其直接問題外，影響土壤性質之因素中，Ca 與 Na, Ca 與 Mg 之比率，亦是一重要因子。

例如參考 Scofield of Headley (505), Kelly, Brown and Liebig (506) 等 Ca/Mg 比率在 1 或 Na/(Ca+Mg) 在 1 以下時灌漑水甚少對於土壤性質生影響，且爲安全。

又 Puffeles (507) 就食鹽水影響土壤性質之研究的結果，認爲以食鹽水所灌漑之土壤其鹼度與鹽類含量提高，滲透性不良，因而使植物不能生育之狀態。

如上述可明瞭灌漑水之水質與土質極爲密切，有直接關係，然水質係因其採取時期、採取地點及其他條件而有不同，玆僅爲得一般的概念之程度取代表 1 期作取於流入各試驗區前之水爲試料，對於各試料之詳細記載及化學的分析結果示之如下。

a. 試料

1. 民國 31 年 5 月 2 日（晴天）午前中採取者，其時之水温係 28.3°C。
2. 同年　8 月 11 日（晴天）午前中採取者，其時之水温係 32.3°C。

b. 分析結果

上記 2 種灌漑水之化學的組成分析結果如 73 表。

第 73 表　灌漑水之化學的組成 mg/L.

Table 73. Effect of the waste liquor application on the chemical composition of the irrigating water.

區　　　別	1	2
反應（依 Antimony 電極法之 pH）	7.60	8.00
浮遊物質	16.00	16.04
蒸發殘渣	63.00	63.10
有機物	15.00	14.83
無機物	48.00	48.27
無機物中諸成分	—	—
SiO_2	7.81	7·80
Al_2O_3	1.31	1.29
Fe_2O_3	0.94	1.01
CaO	12.25	12,65
MgO	6.82	6.80
Mn_3O_4	—	—
K_2O	2.90	3.01
Na_2O	2.71	2.61
P_2O_5	—	—
SO_3	13.24	13.18
Cl	—	—
CO_2	—	—
Na/Ca+Mg	0.11	0.11
Ca/Mg	1.29	1.35

依第71表可知兩試料分析結果相差甚少，換言之，即灌漑於 1期作與2期作水之性質殆爲同質。

再就該灌漑水之化學的組成詳細觀察之，此水呈鹽基性，蒸發殘渣爲 63~63.1 mg/L，又占其 77~76% 之無機物中，陰游子屬中 SO_3 量最高，Cl, Co, P_2O_5 殆無存在，又陽游子中 Ca 之 12.25~12,63 mg/L 爲最多，Mg、Si、K、Na、Al、Fe 則依次減少，Mn 則殆不得檢出其存在，故可知可溶性鹽類大部份是 Ca 與 Mg 之硫酸鹽，然而就其蒸發殘渣亦少，爲灌漑水可謂良好。

次算出其 Na/Ca+Mg Ca/Mg 之比則示 0.11 與 1.29~1.35, 故就其組成觀之，對於土質之惡影響甚少，而可謂安全，故從前記圃場試驗區土壤之化學的性質觀之，可知各區之相異與該灌漑水水質之間甚少影響。

第五章 廢液施用對於土壤膠質化學組成及性質之影響

Chapter V. Influence of waste liquors on the chemical composition and properties of soil colloids.

玆就前記 B 土壤即圃場試驗區 {(4、5、6、7 區)…在本章記作 a、b、c、d} 土壤檢討其無機膠質物之性狀，並記載其結果。

第一節 膠質物分離法及含量

Method of separation and contents of the every colloid.

有機無機膠質物各各以浸出法 (522) 及沈定法 (521) 分離定量，即前者是將土壤以約 4N, NH_4OH 液所浸出的液使乾固者，後者即將前者浸出殘留的乾固物應用 Stoke s 原理所分離之（粒徑 0.001m.m. 以下）粘土分之分散液使之乾固者，是爲懸濁、乳濁兩膠質物 (521) 混合之物，而因上記方法所得之含量則如第 74 表。

第 74 表 各膠質物含量%

Table 74. Effect of waste liquors on the amounts of the organic and inorganic colloid.

區 別	a	b	c	d
有機膠質物	2.816	2.820	2.828	2.848
無機膠質物	23.900	25.110	25.640	26.510

有機膠質物係 d 區最高，c 區次之，而以 b 區、a 區之次序而降低，無機膠質物，亦同樣以 d 區最高，c 區次之，而 a 區之 23.9% 最少。

由此觀之，可知有機無機膠質物之含量都因廢液施用稍有增加。

第二節 各膠質物之灰分並灼熱減量

The ash contents and igniting losses of the colloid.

對兩膠質物之灰分與灼減量以常法定量之結果如第 75 表：

第 75 表 灰分與灼熱減量 (%)

Table 75. Effect of waste liquors on the ash contents and igniting losses of colloid.

區 別	a	b	c	d
有機膠質物灰分	13.41	13.69	13.77	13.70
無機膠質物灼減	13.89	14.58	14.58	14.58

因此可知除 a 區外，灰分的灼減在 b、c、d 區皆差異甚少，故因廢液施用之特殊影響可謂殆無。

第三節 土壤無機膠質物之化學組成及分子比

The chemical composition of inorganic colloids and their molecular ratio.

以炭酸鈉熔融法定量之無機膠質物化學的組成並以計算所求之分子比各如第 76 表及第 77表。

第 76 表 化學的組成 (熱乾物中%)

Table 76. Effect of waste liquors on the chemical composition of inorganic colloids.

區 別	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
a	43.67	24.80	9.49	—	3.63	1.24	1.31	1.13
b	43.58	24.86	9.36	—	3.26	1.12	1.87	1.52
c	43.14	24.53	9.83	—	3.23	1.94	1.69	1.49
d	43.10	24.43	9.43	—	2.89	2.03	2.05	1.72

由是觀之，各區皆以 SiO_2 之量最高，Al_2O_3 次之，Fe_2O_2 是第 3 位，TiO_2 殆無，又鹽基中 Ca 之量最高，示 3% 內外，Mg, K, Na 則依次而降低；次就區別而觀之，SiO_2、Al_2O_3、CaO 等明示於 c、d 之廢液施用區稍低，反之 Fe_2O_3、MgO 等稍有上昇，K_2O、Na_2O 則在 C 區比 b 區較少，於 d 區有增大。

第 77 表 分 子 比

Table 77. Effect of waste liquors on the molecular ratio of inorganic colloids.

區 別	SiO_2/Al_2O_3	$SiO_2/Al_2O_3+Fe_2O_3$	Fe_2O_3/Al_2O_3	Ca+Mg+K+Na/Al	Ca+K+Na/Al
a	2.96	2.38	0.24	0.51	0.39
b	2.95	2.37	0.24	0.53	0.42
c	2.98	2.37	0.25	0.61	0.41
d	3.00	2.41	0.25	0.64	0.43

因此，除 Ca+Mg+K+Na/Al 外，各分子比於各區別間差異甚少，要之，因此程度之廢液施用土壤之無機膠質物組成之中，明示低減有 SiO_2、Al_2O_3、CaO 等，增大者有 Fe_2O_3、MgO 等，K_2O、Na_2O 兩者似乎有增大的傾向，然分子比所受之變動極少。

第四節 無機膠質物之置換容量，鹽基飽和度並各置換性鹽基量

Exchangeable capacities, degrees of base saturation and amounts of every exchangeable base of inorganic colloids.

以醋酸銨法就置換容量、鹽基飽和度及各置換性鹽基量定量之，對全置換性鹽基量之各置換性鹽基之比率，以計算求得如第 78 表 79 表及第 80 表。

第 78 表 置換容量與鹽基飽和度

Table 78. Effect of waste liquors on the exchangeable capacities and degrees of base saturation of inorganic colloids.

區別	置換性氫 (m.e./100g soil)	置換性鹽基 (m.e./100g soil)	置換性容量 (m.e./100g soil)	鹽基飽和度 (%)
a	2.04	16.45	18.49	88.96
b	1.94	16.28	18.22	89.35
c	1.23	17.07	18.30	93.27
d	1.02	17.51	18.58	94.49

因此置換性氫在 a 之 2.04 最高，b 次之，c 之 1.23 爲第 3 位，d 之 1.03 最少；置換性鹽基在 d 之 17.51 最高，c 次之，b 最少，大體與置換性氫相反，置換容量是 18.22~18.53,各區相差極微，故鹽基飽和度與置換性表示不同傾向，即 d 之 94.49 最高，c 次之，a 之 88.96 最少。

要之，因廢液施用，置換性鹽基量及其飽和度均有增大，此點與前就土壤測定之結果一致，如廢液之 Mg 等似乎基因鹽基之置換。

第 79 表 各置換性鹽基之量 (m.e./100g soil)

Table 79. Effect of waste liquors on the amounts of every exchangeable bases.

區別	a	b	c	d
Al	0.83	0.45	0.31	0.26
Fe	2.43	2.59	2.33	2.25
Ca	7.83	8.79	8.60	8.16
Mg	2.55	2.34	4.04	6.37
K	1.16	1.04	0.79	0.54
Na	1.61	0.81	0.62	0.69

依此觀之，各區皆是 Al 最少，Ca 最高，其他在其中間，又就是各鹽基分別觀之，Al 是在 a 區之 0.83 最多，b,c,d 依次降低，Fe 是 2.25~2.59 差異極少，Ca 是在 a 區之 7.83 最少，b 區之 8.79 最高，Mg 是在 b 區之 2.34 最小，a 區次之，c、d 區依次增大，K 在 a 區示最高位，b、c、d 區依次而減低，與 Na 大體顯示同一傾向。由全般觀之，因廢液施用 Mg 之增量甚著，而 Al、Fe、Ca、K、Na 則大部份反而減低其量，就中於 Al、K 稍著，此點在第 80 表愈爲明顯。

第 80 表　鹽基合計百分中各鹽基之比率（%）

Table 80. Effect of waste liquors on the proportional amounts of every bases.

區　　別	a	b	c	d
Al	5.06	2.80	1.86	1.51
Fe	14.81	16.17	13.76	13.03
Ca	47.71	54.87	51.52	47.25
Mg	15.54	14.61	23.20	36.88
K	7.07	6.49	4.73	3.13
Na	9.31	5.06	3.71	7.99

第六章　結　論　Chapter VI. Summary

從以上所得之諸成績考之，在此程度之廢液使用，殆無影響土壤理學的性質及組成之變化，然而對於化學的性質之影響雖其程度有異，一般的可以認出，即由 A、B 兩土壤及由 B 土壤分離之無機膠質物，因廢液施用皆招致置換性鹽基量之增加及鹽基飽和度之上昇，此恐是因廢液之 Mg 之置換（由 A、B 兩土壤及 B 土壤之無機膠質物之置換性 Mg 獨示稍著之增量可以想見），次因廢液施用之鹽酸可分解物，及 Ca、Mg、K、P_2O_5 等之營養分之增加，皆是廢液之作用，而 Mg、K、P_2O_5 增量皆不顯著，然 Ca 示顯增加其量爲注目，因 Ca 是植生上不可缺之營養素，在土壤中之可給態 Ca 的含量之多少，直接可影響生育 (508) 收量 (433、448) 並土壤性質 (433、509、510, 511) 故也。所以從來欲判斷土地之肥沃度以土壤中的可給態 Ca 含量爲基準 (512~516) 來分類土壤，Ca 愈多土壤愈好。因此 Ca 之增加植生上極有意義，但在他方面，因其增量之石灰率變動又於植生上有重大之意義 (523. 433. 517~519)。如在第 63 表已明示，因廢液施用雖 Ca、Mg 皆有增加，Ca 比較 Mg 增量較著 (504, 520)，故招來石灰率上昇結果，然植生不單因石灰率而左右其生育之最近見解及因廢液連用亦有作物之增收，可知因此程度之廢液施用之石灰率變動於生育收量上特別不至無大影響，或因石灰率變動，雖有害作用，然以廢液有效作用較優，全體的看來，有招來生育促進之結果。

要之廢液施用之增收原因，是應歸於廢液之有效成分之效果已如上述，而廢液施用之土壤可溶性養分之增加，鹽基飽和度與養分吸收係數之增大等亦可爲其原因。次就灌漑水之化學的組成觀

之，則灌漑水之水質，可認爲良好，已如前述，然因廢液施用之土壤，熱鹽酸可溶 Ca 之對於標準區之增量比率在圃場土壤稍著，是可能因灌漑水中 Ca 鹽較多之故，但是總量亦不多，故實際上亦不成問題。

玆就調査結果中較重要者，簡約列述如下：

(1) 廢液施用及連用對於土壤之理學的性質及組成之影響在兩土壤皆無現出。

(2) 對於土壤之化學的性質雖程度有差，全般的因廢液施用並連用，認有影響，即是置換性鹽基之量，特爲 Mg 鹽基飽和度及鹽酸可溶成分之量，就中 Ca, Mg, K, P_2O_5, SO_3 等成分，養分吸收係數 N/5 鹽酸可溶養分 K、P_2O_5、CaO、石灰率等，因廢液施用，並連用而有增加，但置換性氫反而減少。

又土壤之濃硫酸可溶分中 SiO_2, Fe_2O_3 因廢液施用並連用雖有增加，而 Al_2O_3 反有減少之傾向，但與廢液施用量並無相關關係。

(3) 廢液施用除招致土壤有機及無機膠質物之含量與無機膠質物之置換鹽基量飽和度等之增加外，難以認爲對於膠質物有任何影響。

(4) 是故因廢液施用之作物增收，除因廢液本身之有效成分之效果外，因廢液施用之土壤之化學的性質，如上述之植生上有利之變化，亦可認爲有力之一因。

(5) 分析在圃場試驗的灌漑水，可認可溶性鹽類之大部份爲 Ca 與 Mg 之硫酸鹽，水質良好，對於土壤性質極少惡影響，故因廢液施用並連用，土壤之化學的性質之變化，大部份可歸於廢液本身之作用。

第四編 廢液施用對於作物組成之影響

Part IV. Influence of the waste liquor application on the compositions of crops.

第一章 概 論

Chapter I. Introduction

農作物由於自然條件 (524) 及肥培管理法之不同可影響其組成及品質之事實既爲普遍所知，(433) 即由適當的供給各肥培成分時能得最高收量及最良品質。換言之此等肥培成分可能影響作物組成及品質之特異作用。從來關于此項研究甚多，故特舉有關組成之關係較深者 2.3 示其概況。

市川氏 (525) 就氮，燐，鉀三要素之缺乏對于水稻收量及穀灰成分之影響研究之結果；知谷實灰分含量係無肥料區最高，鉀缺乏區最低，灰分中 Si 量係因燐，鉀之缺乏而特別的減少但受氮缺乏之影響則甚少，又 Ca 量爲生育於無肥料區者最少，由鉀缺乏之影響極少，但因由氮，燐之缺乏稍見減少。燐係生育於無肥料區者最少，因氮缺乏之影響極微，但因鉀之缺乏稍見減少。

管原 (526) 有報告在於馬鈴薯之栽培因鉀之缺乏使塊莖之肥大生長不良而減少其生產量及塊莖中澱粉含有率，但與糖分含有率則無一定之相關，又有增加塊莖之呼吸量，Diastase, Invertase 等之糖化酵素，還元糖量 (531)，減低 Vitamin C 之含量。

福田 (527) 研究因石灰之施用所影響桑葉之組成述及桑葉成分中氮，粗蛋白、石灰、粗灰分等因而有所增加但可溶炭水化物，粗纖維等反而有減少之傾向。

Blair A.W. and H.C Mclean (528) Lipman and Blair (529) 等在玉蜀黍及大豆之栽培亦認爲因 Ca 之施用有增加收獲物之氮含量，田崎 (530) 亦認爲由石灰施用於梨時可促進其成熟期且糖分尤爲蔗糖之量有顯著的增加。

次就氮素肥料之多量施用雖可使水稻之蛋白質豐富 (433) 但易誘起稻熱病之發生 (532)，又對柑橘類 (533) 多施氮素肥料時雖可使糖分減低果實品質變粗且果汁減少但有增加果汁中之氮含量。

又有報告因由氮素肥料種類之不同之施用致使果汁成分 (433) 及米質 (534) 之不同。

其他無機 (433) 肥料之施用使蕪菁增加燐之含量，據 Plato (433) 氏研究，鉀是對於炭水化物之生成上有效，且須是對其運輸及在於種子中之貯藏上有效，石灰及無機鹽類則對於有機化合物之合成上有效，又由因施肥使土壤性質改變間接的致使作物組成之變化，例如土壤之酸度之不同致使桑葉組成 (535)，品質 (536) 之不同業既明瞭。

如上所述作物之品質組成有受外界條件，尤於施肥之影響極大而且現出種種不同之程度。因之，就廢液施用及連用栽培所得之收成物調查其組成以資參考。

第二章 供試材料之記載

Chapter II. Description of the samples.

實驗所用之試料中水稻是民國 30 年 1 期作之水稻盆栽試驗之收成物及同年 2 期作之水稻圃場試驗收成物，小麥是民國 30 年 4 月 16 日之收成物又亞麻是民國 31 年 3 月 26 日之收成

物，玆將各項試料之內容摘要記述如下：

I. 水稻　i) Rice

(A) 盆栽收成物（民國 30 年 1 期作）*

(1) 土壤五 kg 係經施用硫銨 3.75g, 過燐酸鈣 3.2257g 硫加 0.925g 之標準區收成物。

(2) 比照標準區更追施廢液 40c.c. 分爲 4 回等量施用爲追肥區之收成物。

(3) 比照標準區更追施廢液 80cc 分爲 4 回等量施用爲追肥區之收成物。

*備註。

，4本試驗於民國 30 年 3 月 18 日挿秧，同年 8 月 4 日收成，水稻品種是臺中六十五號土壤是砂岩頁岩質壤土，肥料皆爲基肥施於挿秧前日，廢液之追肥日是 3 月 26 日，4 月 3 日，4 月 17 日，4 月 25 日栽培在玻璃室內：

(B) 圃場試驗收成物，（民國 30 年 2 期作）*

(4) 無肥料區之收成物。

(5) 對面積 5 坪施用硫銨 0.629kg 過燐酸鈣 0.702kg 硫酸鉀 0.278kg 之標準區收成物。

(6) 比照標準區更施廢液 12 公升爲 2 回等量施爲追肥之廢液少量區收成物。

(7) 比照標準區更施廢液 24 公升爲追肥爲 2 回等量施用區之收成物。

(8) 比照標準區更施廢液 2.4 公升爲基肥區之收成物。

(9) 比照標準區更施廢液 6.0 公升爲基肥區之收成物。

*備註：

本試驗施行於民國 30 年 2 期作即在圃場之廢液 3 回連用試驗（但在基肥是 2 回連用試驗）而調査廢液連用影響收成物之組成其材料可謂充分。又本試驗所用之品種是臺中 65 號土性是埴土，民國 30 年 8 月 9 日就一株挿 4 枝同年 11 月 24 日收成，且所用之試料是在各試驗區對角線上之任意之 20 株收成物各部（參照第二編第一章第一節）

II. 小麥　ii) Wheat

盆栽試驗收成物：（民國 30 年 4 月 16 日收成）

(1) 土壤 15kg 而施用硫銨 2g 過燐酸石灰 2g 硫酸鉀 1g 之標準區收成物。

(2) 比照標準區更施廢液 8c.c. 分爲 4 回等量施用區之收成物：

(3) 比照標準區更施廢液 20c.c. 分爲 4 回等量施用區之收成物：

(4) 比照標準區更施廢液 40c.c. 分爲 4 回等量施用區之收成物：

(5) 比照標準區更施廢液 80c.c. 分爲 4 回等量施用區之收成物：

本試驗於民國 29 年 12 月 24 日各盆播種畸玉 27 號之種子 50 粒，民國 30 年 1 月 6 日選苗淘汰使各盆爲 5 枝，同年 4 月 16 日收成肥料全部爲基肥在播種前日施用廢液全部爲追肥於民國 30 年 1 月 9 日，1 月 16 日，1 月 27 日，1 月 30 日分爲以等量施用：

III. 亞麻　iii) Flax

盆栽試驗收成物（民國 31 年 3 月 26 日追肥試驗收成物）

(1) 土壤 15kg 而施用硫銨 1.428g 過燐酸石灰 2g 硫酸钾 0.445g 之標準區收成物。

(2) 比照標準區更施廢液 8c.c. 分爲 4 回施爲追肥區之收成物。

(3) 比照標準區更施廢液 20c.c. 分爲 4 回施爲追肥區之收成物。

(4) 比照標準區更施廢液 40c.c. 分爲 4 回施爲追肥區之收成物。

(5) 比照標準區更施廢液 80c.c. 分爲 4 回施爲追肥區之收成物。

(6) 比照標準區更施廢液 120c.c. 分爲 4 回施爲追肥區之收成物。

本試驗是在民國 30 年 12 月 13 日各盆播種 Pernor 1 號之種子 100 粒，民國 30 年 12 月 26 日淘汰不良者使各盆爲 50 株。民國 31 年 3 月 26 日收成完畢，肥料全部作基肥施於播種前日，廢液全部作追肥，于民國 30 年 12 月 27 日，同 31 年 1 月 2 日，9 月 16 日，分爲 4 次等量施用。

第三章 廢液施用對于水稻組成之影響

Chapter III. Influence of the waste liquor application on the compositions of rice plants.

第一節 一 般 組 成

General composition of rice plant.

爲明瞭廢液之施用及連用對于水稻組成之影響，故調查前記各種水稻試料之碳、氮、碳素率，粗蛋白、粗纖維、粗脂肪、粗灰分、可溶性無氮素物質、三要素、粗灰分、等之含量。

(1) 炭素含量，(熱乾物中%)

由濕式鉻酸法 (501) 所定量得如第 81 表之結果。

第 81 表 碳 含 量

Table 81. Effect of liquors on the carbon contents of rice.

區 別	籾	糙 米	藁 稈	根
1	39.15	38.80	39.77	36.98
2	39.20	38.70	39.70	36.26
3	42.65	40.30	39.97	36.84
4	33.82	33.28	39.12	36.00
5	42.15	39.20	39.96	36.24
6	42.65	40.10	39.80	36.60
7	42.60	41.20	39.38	35.30

在穀實及糙米之炭素含量，則盆栽圃場兩收成物都以廢液施用區顯示稍爲上昇之結果，但其程度並不顯著，就盆栽收穫物而言，穀實是 39.15～42.65% 糙米是 38.80～43.30% 又在圃場收穫物穀實是 38.82～42.65% 糙米是 38·38～41.20% 之間。

至於稻藁及根，比於穀實及糙米其各區間之相異更少，就在盆栽收穫物稻藁是 3.77～39.97% 根是 36.26～36.98% 圃場收穫物稻藁是 39.12～39.96% 根是 36.00～36,60% 之間，因施用廢液所引起之炭素含量上昇之傾向甚少，總而言之因施用及連用 如此程度之廢液影響 於收穫物之炭素含量甚少。

(2) 氮素含量（熱乾物中%）

以 Gunning 氏變法 (502) 而定量得如第 82 表之結果。

第 82 表 氮 含 量

Table 82. Effect of liquors on the nitrogen content of rice.

區別	籾	糙米	藁稈	根
1	1.09	1.38	0.65	1.08
2	1.04	1.40	0.83	1.06
3	1.10	1.40	0.61	1.08
4	1.04	1.30	0.67	1.04
5	1.08	1.36	0.72	1.04
6	1.09	1.33	0.79	1.15
7	1.08	1.43	0.67	0.97

先就穀實之氮素含量觀之在 1. 2. 3 區之盆栽收穫物是 1.04～1.10% 4,5,6. 區之圃場收穫物是 1.04～1.09% 可知在各區間之相異甚少，又糙米在盆栽收穫物是 1.3～1.40% 圃場收穫物是 1.30～1.43% 雖有稍示廢液施用及連用而上昇之傾向但其程度亦甚少，至於稻藁根略與穀實糙米示同傾向，則因廢液之施用及連用對於氮素含量雖有上昇之傾向，但其程度極少，大體可視作無影響，最後就穀實、糙米、稻藁、根各部之氮素含量不論盆栽圃場之區別全體的比較之，糙米之 1.33～1.43% 爲最高穀實之 1.04～1.10% 次之根之 0.97～1.15% 略與穀實相同，稻藁之 0.61～0.83% 爲最少。

(3) 炭素率

就前記之炭素及氮素之含量而計算各區各部之炭素率得如第 83 表之值。

第 83 表

Table 83. Effect of liquors on the C/N ratio of rice.

區別	穀實	糙米	藁	稈
1	35.91	28.11	61.18	34.24
2	37.69	27.64	47 83	34.21
3	38.77	28.73	65.52	34.11
4	37.32	29.44	58.38	33.65
5	39.02	28.82	55.50	34.84
6	39. 2	30.15	50.37	31.82
7	39.44	28.81	58.77	36.39

依上述之定量結果所示其炭素，氮素含量於各部各區間之相異不顯著故可推論其炭素率之相異亦不顯著，就 81 表所明示。故廢液之施用及其連用對于炭素率之影響些少。又就收穫物各別比較之稻藁之 47.83~65.52% 爲最大，穀實之 35,91~39,44% 次之，根之 31.82~36.39% 第三位，糙米之 27.64~30.15% 爲最小。

(4) 粗蛋白（熱乾物中%）

以前記氮素乘 6.25 之係數而算出 (502) 各區各部之粗蛋白含量則如第 84 表。

第 84 表

Table 84. Effect of liquors on the crude protein contents of rice.

區　別	穀　實	糙　米	藁	根
1	6.81	8.63	4.06	6.75
2	6.50	8.75	5.19	6.63
3	6.88	8.75	3.81	6.75
4	6.50	8.13	4.19	6.50
5	6.75	8.50	4.50	6.59
6	6.81	8.31	4.94	7.19
7	6.75	8.94	4.19	6.06

由上記之結果就穀實之粗蛋白量而討論，無論盆栽圃場兩收穫物都無超過 7%，是在 6.5~6.88% 之間，又各區間之相異極少，且不能看出因施用廢液之特殊關係。次就糙米而論，皆無超過 9% 即在 8.13~8.94% 之間各區間之相異甚少又因施用廢液之特殊關係也看不出。亦與穀實相似。至於稻藁在盆栽收穫物第 3 區之 3.81% 最小，第 2 區之 5.19% 爲最高此外皆在其中間，此亦不能看出因施用廢液之特殊關係，根在圃場收成物中除 6 區之 7.19% 之外皆在 7% 以下全體是在 6.06~7.19% 之間。

(5) 粗纖維（熱乾物中%）

由 Hemeberg 及 Stohmann (502) 氏法而定量之結果如第 85 表：

第 85 表

Table 85. Effect of liquors on the crude fibre contents of rice.

區　別	穀　實	糙　米	藁	根
1	9.96	0.98	31.97	34.53
2	9.86	1.00	33.15	32.92
3	10.58	0.98	32.05	33.42
4	10.19	0.97	33.36	33.66
5	10.18	0.96	33.18	32.97
6	10.16	1.06	33.38	33.38
7	10.21	1.17	34.54	32.94

如上記之結果穀實是 9.86～10.58% 糙米是 0.96～1.17% 稻藁是 31.97～34.54% 根是 32.29～34.53% 於穀實，糙米及稻藁之三者在盆栽，圃場兩收穫物都能够看出因爲施用廢液而有上昇之傾向，但在根且可見反而減少之傾向，但並不顯著故此程度之廢液施用之影響係亦不足重視。

(6) 視粗脂(肪熱乾物中%)

由常法 (502) 以 Ethor 浸出試料而求其粗脂肪含量，其結果得如第 86 表

第 86 表

Table 86. Effect of liquors on the crude fat contents of rice.

區 別	穀 實	糙 米	藁	根
1	2.83	3.30	1.55	1.40
2	2.84	3.25	1.56	1.41
3	2.88	3.29	1.56	1.40
4	2.73	3.13	1.56	1.45
5	2.84	3.26	1.57	1.47
6	2.83	3.22	1.60	1.49
7	2.87	3.27	1.59	1.47

(7) 粗灰分(熱乾物中%)

由常法 502) 而定量各部各區之灰分含量即如第 87 表

第 87 表

Table 87. Effect of liquors on the crude ash contents of rice.

區 別	穀 實	糙 米	藁	根
1	4.62	1.51	12.16	10.74
2	4.70	1.61	12.18	10.89
3	4.67	1.54	12.18	12.51
4	5.13	1.47	11.70	12.64
5	4.81	1.62	13.23	14.39
6	5.21	1.57	13.25	14.64
7	5.09	1.72	13.42	14.62

由此表可知在盆栽收成物以稻藁爲最高，根次之，而穀實，糙米之依次降低，雖因施用廢液可見其含量有增加之傾向，但與施用量之多寡則無特別之關係，又就圃場收穫物而言，無肥料區收穫物之含量一般爲最低，即因廢液施用其含量略見昇高，但亦不與廢液施用量之多寡有特別關係。

(8) 可溶無氮物(熱乾物中%)

此係由供試品之 100 減去，前記粗蛋白，粗纖維，粗脂肪及粗灰分之殘量 (502)，故此中含

有除上述植物體中之諸成分外之成分則如糖類，糊精之可溶性炭水化合物及澱粉，樹膠質，粘質物，酸類，Pectine 質物苦味質物及色素等其結果如第 88 表。

第 88 表

Table 88. Effect of liquors on the soluble none nitrogenous substance contents of rice.

區　　別	穀　　實	糙　　米	藁	根
1	75.75	85.58	50.26	46.83
2	76.00	85.39	47.92	48.15
3	84.99	85.44	50.36	45.92
4	75.45	86.30	49.16	45.75
5	75.42	85.66	47.52	44.67
6	74.89	85.84	46.83	43.30
7	75.08	84.90	46.26	44.91

於前記定量之結果粗蛋白，粗纖維，粗脂肪及粗灰分等雖有些差異但全般而言不論盆栽或圃場收穫物皆因廢液之施用而有增加其含量之傾向，此由前記諸表可明矣。故可溶氮素之含量因施用廢液而致減少之傾向爲當然之理，但其程度是極少則亦不妨忽視。而且就各部比較之，糙米之值最大即 84.90~86.30% 穀實 2 位 74.89~76.00% 稻藁及根各在 46.26~50.36% 43.30~48,52% 略爲同程度爲最小。

(9) 三要素含量

爲欲明瞭因施用廢液對於吸收氮，燐，鉀之影響，再就收穀物中佔最重要之糙米調査之，結果得如第 89 表：

第 89 表 糙米之三要素含量 (熱乾物中%)

Table 89. Effect of liquors on the three elments of unpolished rice

區　　別	氮　　素	燐　　酸	鉀
1	1.38	0.59	0.30
2	1.40	0.61	0.30
3	1 40	0.66	0.31
4	1.30	0.61	0.28
5	1.36	0.61	0.31
6	1.33	0.63	0.34
7	1.43	0.63	0.32

氮素係 1.30~1.43% 燐酸 0.59~0.66% 鉀 0.28~0.34% 雖均呈現因廢液使用而增加現象，但其程度極小。

(10) 石灰率

因施用廢液而致土壤中石灰率之上昇業既判明（見第三編第三章第二節）爲欲明瞭如此狀態下，生長之植物體中之石灰率上昇程度，故以常法 (502) 定量 Ca、Mg 之含量，由此算出石灰率得如第 90 表之結果。

第 90 表

Table 90. Effect of liquors on the Ca/Mg ratio of rice.

區別	藁			根			穀實		
	CaO	MgO	Ca/Mg	CaO	MgO	Ca/Mg	CaO	MgC	Ca/Mg
1	1.59	1.87	0.61	0.61	0.81	0.54	0.30	2.53	0.08
2	1.50	1.94	0.59	0.61	0.81	0.54	0.28	2.85	0.07
3	1.66	2.01	0.59	0.61	0.81	0.54	0.37	2.56	0.01
4	1.72	2.28	0.54	0.84	1.16	0.52	0.41	2.63	0.11
5	1.63	2.37	0.49	0.83	1.12	0.53	0.31	2.57	0.09
6	2.14	2.39	0.64	0.92	1.21	0.54	0.47	3.10	0.11
7	1.86	2.45	0.55	0.86	1.20	0.52	0.52	3.23	0.12

先就藁部之結果而論 Ca 是 6 區之 2.14% 爲最高，以外皆示 2% 以下， Mg 是 7 區之 2.45% 爲最高， 1 區之 1.87% 爲最小，盆栽，圃場兩收穫物在於各區相互間之差異都是微小，故石灰率亦見同樣傾向，全體在 0.54～0.64 之範圍內不能見出因施用廢液而致之大變動。

在根部與藁部同傾向而在穀實略有不同即穀實比藁部根部 Ca 之量少而 Mg 之量多而使石灰率顯著減低，但在各區間之差異同樣是極少。次就藁根穀實三部之 Ca 及 Mg 含量而論，三部都以 Mg 比 Ca 較多而其程度則藁；根部略同，穀實較著，此概因種子形成上 Mg 較爲需要，故吸收多量所致，全般的而論，盆栽，圃場兩收穫物於廢液施用區 Ca, Mg 都有微少之增加，此係植物體多量吸收廢液中之 Mg 及由施用廢液而使土壤中之活性化 Ca 多量，被植物體所吸收之故。總而言之，由廢液使用而可給態之 Mg 增加使植物體一方面吸收多量之 Mg, 方面又吸收相當量之土壤中之活性化 Ca, 故全體的保持石灰率之平衡且使其略呈一定值：

(11) 穀實物理的性質：

爲明瞭水稻收穫物中被視爲最重要之穀實品質上之影響以供參考起見就圃場收穫物穀實，以常法而課查其物理的性質其結果集錄於第 91 表。

第 91 表

Table 91. Effect of liquors on the physical properties of the rice grain.

區別	4	5	6	7	8	9
穀實礪米之百分率 (%)	81.6	81.4	80.6	81.6	82.4	82.6
穀實千粒之重量 (g)	25	25	26	26	26	25
穀實千粒容積 (cc.)	53	53	50	51	52	53
穀實容重 g/100cc.	47.2	49.2	52.0	51.0	50.0	47.1

區　　　別	4	5	6	7	8	9
糙米千粒重量 (g)	21	22	22	22	23	21
糙米千粒容積	30	31	30	31	32	30
糙米容重 g/100cc.	70	71	73.3	71.0	71.8	70.0
糙米形狀(mm) 長	5.275±0.275	5.775±0.225	5.250±0.250	5.225±0.250	5.375±0.375	5.275±0.275
糙米形狀(mm) 巾(廣)	3.150±0.15[illegible]	3.175±0.175	3.175±0.175	3.125±0.125	3.125±0.125	3.100±0.100
糙米形狀(mm) 厚	2.100±0.100	2.125±0.125	2.100±0.100	2.200±0.200	2.100±0.100	2.125±0.125
糙米剛性 (kg)	5.52	5.63	5.95	5.81	5.75	5.64
糙米 腹白心及白米(%)	12.50	5.50	8.50	5.00	6.00	5.50
糙米 青米 (%)	7.00	2.50	5.50	5.00	3.00	5.00
糙米 不完全米	2.50	3.50	2.50	2.50	3.00	2.50

先論，碾米率 6 區 80.6% 為最小， 8 區之 82.6% 為最高，大略因施用廢液為基肥或為追肥所致之影響極小。

次考察穀實之性狀，就千粒重量，容積及容重等之結果而論，千粒重量 4、5、9 諸區之 25. 比 6、7、8 區之較輕，但容積反而稍劣大故 6、7、8 區之容重有僅少許之增大為當然結果，且由此結果而論，無論為追肥或基肥之廢液使用區之穀實，比無肥料區 (4 區) 及標準區 (5 區) 米粒大小略同但較充實些。

次就糙米之結果而論，這略與穀實之傾向同一，其中糙米之剛性在於廢液施用區者較高，而糙米充實度較高亦略一致，且糙米之腹白米心白米劣米不完全米等無論那一區其量甚渺且各區間之差異極少。

總而言之，就本調查關於穀實之物理的性質結果而論，廢液施用之效果除為追肥施用時可以提高穀實之充實度，為基肥施用時可以增高碾米率之傾向外，未有特殊之影響。

最後關於穀實之性質之上記數值與先人研究數值極為近似值，似可參照過去之文獻(537~539)極為明瞭亦可證明本調查之確實性。

第二節　特殊組成

Special composition of rice plant.

於前節已述水稻之一般組成，現就特殊組成中認為具有最深關係之葉部之葉綠素含量，及穀實中之 Vitamin B 含量兩項調查之，將其結果分述於下。

(1)　葉綠素含量 Chlorophyll contents

植物體內之葉綠素，在植物生理上具有極大之接觸作用，即由葉吸收之 CO_2 接觸由根升來之 H_2O 作了氧，引起縮合作用，而司澱粉之生成，且此作用基於葉綠素之主成分之 mg 在植物體內之還元作用，此係普通所知 (435) 之事實如此特具重大意義之葉綠素之生成受了外界因子例如氣象 (542) 品種 (597) 肥料要素 (540~547) 之支配，又因鹽化物之供給而致其含量之減低 (540) 業有報告，而葉綠素生成上係 mg 絕對不可缺亦 (531~547) 早為所知，換言之站在植物生理的觀

點而言，葉綠素生成上 mg 之必要者是與構成其母質之氧，含水碳素，含氮有機物等同樣的必要(548)。

又其種實含有多量之鎂此係資於將來發育幼植物生成葉綠素之所需而貯藏，並非從來所推想與種實中之蛋白質脂肪之生成有關 (548)。

如此可見葉綠素之生成上 mg 之存在是絕對必要的。故由含有多量鎂鹽之廢液所肥培作物，有調查其葉綠素含量之必要。乃將民國 30 年 2 期作在圃場試驗區之水稻生葉部爲試料以 Ulvin 法(549) 調查其葉綠素含量。

(a) 定量法

試料是用前記 3. 5. 6. 7. 8. 9 區之圃場試驗區之收成一星期前之生葉秤取 5g 置於磁製皿且因中和遊離酸混合少量無水炭酸鈉而粉碎 7 分間，次加大約 25g 之石英砂再磨粹 7 分鐘後加 30cc. 之純 Acetone 又磨 7 分鐘，將所得之 Acetone 浸生液用分液濾斗濾過，殘渣更用 Acetone 洗滌以至無色後才用約 100cc. 之 Ether 洗殘渣，將 Acetone 濾液，洗滌液及 Ethor 洗滌液之混合液放於 1 公升之分液濾斗後，一次以約 100cc. 之蒸溜水沿壁徐徐加入而除去 Acetone Flavin及 Anthocyan 等色素 3 次後添加 20cc. 之飽和 KOH-Methanol 液液(Methano 中使 KOH 飽和者) 而後在冷凍庫中放置一夜，如此措施葉綠素層即分離再放入分液濾斗使其分離，水洗 2~3 回所得濾液及洗液充於 100cc. 之容量瓶中與 Guthrie (550) 之化學標準液比色定量。

b. 定量結果：

從上述之方法而定量之葉綠素 ($\alpha+\beta$) 含量如第 92 表：

第 92 表

Table 92. Effect of liquors on the chlorophyll contents of rice leaves.

區　　別	4	5	6	7	8	9
葉綠素($\gamma+\beta$)g/100g生葉	0.133	0.135	0.134	0.133	0.134	0.133

依此而觀葉綠素含量之最高爲 5 區之 0.125g, 6、8 區之 0.134g 次之 4、7、9 區之 0.133 最小，至其差異則甚少，故因廢液施用爲基肥或爲追肥所影響的結果似難判別。

(2) 糙米之Vitamin B_1 含量， Vitamin B_1 contents of unpolished rice.

Vitamin 是以極微量即可演偉大的生理作用之營養素既不需贅言，但其爲植物所含之一成分故可推想由植物之生育環境，外界因子之不同將影響其含量。其中特爲 Vitamin 含量與施肥之關係極爲密切， 1925 年 Hornemann (551) 既注意此問題而就馬鈴薯；燕麥，和蘭紫雲英等所研究之結果曾報告 Vitamin B_1 含量由三要素完全施肥可增加， Pfützer, G 和 H. Roth (552) 又述明在某種程度範圍內 Vitamin B_1 含量由氮素供給量之增大而增加，又據 Hunt (553) 云 (1927) 燐酸之施肥對于小麥之 Vitamin B 含量之增加甚有效。再如家畜糞之有機質肥料之施用，可以提高小麥之 Vitamin B 含量是由 Mc, Carrison (555) (1926年)在於印度之研究及 Schennert, A,

和 M. Schieblish (555) 之研究等旣判明，這事實 Rowlands 和 Wilkinson (556) 加以說明為因施用家畜糞使植物自土壤較容易攝取 Vitamin Bo 依 Harris L.T (557) 所說由硫鋑施肥可使 Vitamin B 之含量提到最高。

Grafe G (558) 說 Phleum Practeuse, Festuca rubra Poa Prateusis 及 Festuca Prateusis 等之雜草由施用無機完全肥料可昇其 Vitamin A 之含量但不能認為 B_1 含量之顯著上昇只有 Phleum Practeuse 及 Rotschwingel 兩者顯示有良好影響而已。

Schennert, A. 和 Reschke, J,(559) 等也曾言及雜草之 Vitamin D 含量由 Tomas 燐肥，無機完全肥料之施用而受影響。Pfutzer G. u. Pfaffec (560) 亦有提及 Carotein 及 Vitamin C 含量如何受施肥之影響其就蔬菜，飼料作物等研究之結果，判明完全肥料可以提高 Carotein 之含量，但無影響 Vitamin C 之含量。

再由 Schennert.A. 和 M. Schieblich (561) 所說秣之 Vitamin A_1B_1 B_2 之含量由施用鉀肥稍有增加，三宅，石塚 (562) 關於肥料要素如何影響作物之 Vitamin 含量依其由蕃茄水耕栽培所得之結果是氮素施用量之增加可使 Vitamin B_1 含量之顯著增加，反使 Vitamin C 含量顯著的減少，又燐酸施用量之增加使 VitaminB_1 之含量顯著的減少但稍增加 Vitamin C 之含量另一方面 Vitamin B_1,C 都由鉀肥施用量之增加而稍有增加。

據 Isgur B,C,R, Fellers (563) 等說 Swischard 因由多施氮素有增加 Vitamin C 之含量但菠菜即並無表示判然相關關係，其他菅原 (564, 565) 岡村 (566) 等也有考究 Vitrmin 含量與施肥之關係。

總而言之，因為由肥料要素之相異可使收成物 Vitamin 含量起變化旣然明瞭，故欲期廣被普及之完璧應該明瞭收獲物中之 Vitamin 含量。因就收獲物中共有價値之穀實（糙米）加以調查。其 Vitamin 含量，又因穀實中所含之 Vitamin 最富者為 Vitamin B_1 故僅就共所之含Vitamin B_1 含量加以定量。

Vitamin B_1 之定量法有應用鴿 (567～569) 十姉妹 (572～570) 白鼠 (571) 等之動物法 (573 575) 及基於其化學原理之化學法，(552, 576～595) 前者易受外界條件之影響且定量需長期間及熟練技術故乃採用化學法中之 P-Amino-Aceto-Phenone 之比色法 (576-579, 594) 實際上其操作完全與佐藤、平野 (594)、所施方法同樣，今將其概略述之如下：

a. 定試法

i) 自糙米浸出 Vitamin B_1

糙米中之 Vitamin B_1 有遊離型及結合型兩種但前者佔其大部份，故以遊離型之含量可以推察 Vitamin B_1 之全量，因之僅定量遊離型之含量而已。

將 30 公分之糙米粉末置于 250cc. 三角瓶加水 15cc.（為使 pH 3.9 加10% HCl 1.0cc.）再蓋附有 20cm. 玻璃管之橡皮栓在 50～60度 之水中繼續振盪 2 少時，浸出後以遠心分離而得上澄液。

(II) 浸出液中之 Vitamin B_1 定量法：

取出浸出液 10～20cc. 加 P^H 4.0 之 Sorensen buffer 液 1cc. 及矽藻土 0.4g 振盪 2 分鐘後遠心分離除去上澄液，由此液中之 Vitamin B_1 即完全吸着於矽藻土，次用此吸着 Vitamin B_1 之矽藻土加水 7cc. phenol 酒精混液 1.5cc. 插入細管使 CO_2 自由通入 5 分間放置充分混和，另外取 0.5N NaOH 10cc. 於試管劇通 CO_2 瓦斯 4 分鐘後加 Diazo 試藥 4cc. 於試管內再通 CO_2 一分鐘者將此液加入前者液中且再通入 CO_2 1 分鐘使之充分混和栓閉後放置室溫時即由矽藻土所吸着之 Vitamin B_1 被吸着狀態而反應呈赤色且試藥亦呈色至使全液呈赤澄色，經過一小時後遠心分離除去上澄液，次加 95% Alcohol 10cc. 混和後使赤色物質誘去溶解再加 Xylol 5cc. 及水 10cc. 振盪 2 分鐘後遠心分離，分離有呈色之 Xylol 層，將此者與由 Vitamin B_1 注射液製出之標準液同樣處理所得之 Xylol 層比色定量之。

(iii) 試藥之調製

(1) Diazo 試藥

由藤田、松川氏法 (578) 所調製，即基於 P-Amino-Acetophenone (據 klingel (596) 之方法尙且參考佐藤 (594) 等之調製操作，自 Anilin 無水鹽化鋅及無水醋酸所合成收量係使用 Anilin 之 12.5% m.p. 105°C 之白色結晶) 之鹽酸溶液 (P-Amino-Acetophenone 0.5g 及濃鹽酸 4.5cc. 放入可容 50cc. 之三角瓶中蓋栓在 40°C 水浴中振盪至完全溶解後再加水全積使爲 50cc. 置於褐色瓶中貯在冷所最少經過三個月亦不變化) 2cc. 置於褐色瓶以氷冷却再加以氷冷却之亞硝酸鈉溶液 (亞硝酸鈉 4.5g 溶解于水使全積爲 100cc. 放入褐色貯于冷所時久亦不變) 10cc. 用氷冷却 2 分鐘使十分混和密栓而靜置 30 分鐘後把此液以冷水稀釋成 5 倍再水冷而使用。

(2) 其他之供試藥品：

a) 0.5N NaOH 溶液

b) Phonol 酒精混液。

Pnenol 2.5g 溶于 95% 酒精全積使爲 100cc. (即 1cc. 中含有 Phenol 25mg)

c) 矽藻土，用市上購買品。

d) P^H 4.0 Buffer 液 (Sorensen 氏檸檬酸鹽酸混液即 o.1 mol 第二檸檬酸鈉溶液 5.5cc. 及 n/10 HCl 4.5cc. 之混液)

e) 95%酒精

f) 二氧化碳，大理石加鹽酸發生

g) Xylol 市販品

h) Vitamin B_1 標準液，使用市上購買品 Vitamin B_1 注射液之稀釋液

B. 定量結果：

由上記方法所定量之結果如第 93 表：

第 93 表

Table 93. Effect of liquors on the vitamin B_1 contents of the unpolished rice.

區　　別	4	5	6	7	8	9
含　　量	430	436	439	437	436	435

據此可見 6 區之 439 最高 3 區之 430 為最低，在各區間之差異則甚少，然而此數值由同樣方法所得之佐藤等 (594) 之數值稍為較低，此大概係因，生育環境及收穫後之調製法與貯藏法之相異所致，故如此程度之相異為不足重視之範圍內而且如前述糙米中之 Vitamin B_1 之大部份是遊離型，從上記之結果而論如此程度之施用量無論為基肥或為追肥廢液之施用及連用影響於糙米之 Vitamin B. 含量，可察知係極小。

第四章　廢液施用對于小麥組成之影響

Chapter IV. Influence of the waste liquors application on the composition of wheat plant.

因廢液施用及連用影響前記水稻各部之組成全般而言可謂極少故可對于一般作物之施用及連用廢液也可以推想並無特殊之影響但為更明瞭其關係就民國 30 年 4 月 16 日所收之小麥，定量粗蛋白炭素、氮素等，其結果如下。

(1)　炭素含量(熱乾物中%)

由濕式鉻酸法 (501) 而定量之結果如第 94 表：

第 94 表

Table 94. Effect of liquors on the carbon contents of wheat.

區　　別	穀　實　(粿)	藁	根
1	41.42	40.23	33.79
2	41.30	40.48	34.04
3	41.37	41.27	34.35
4	40.70	40.39	34.62
5	41.20	40.90	33.55

由此觀之穀實，稈藁之炭素含量略同，根則平均的比前二者較低 6~7% 三者在於各區間之相差極少，並無發見因施用廢液之特殊關係。

(2)　氮素定量 (熱乾物中%)

依 Gunning 變法 (502) 定量之結果示於第 95 表：

第 95 表

Table 95. Effect of liquors on the nitrogen contents of wheat.

區　　別	穀　　實	藁	根
1	1.40	0.91	1.12
2	1.42	0.88	1.02
3	1.40	0.89	0.97
4	1.39	0.79	0.93
5	1.38	0.83	1.01

由此看來，穀實、藁桿、根等三者中，氮素含量最大者係穀實，而根次之藁桿爲最少，即穀實爲 1.38~1.42% 根是 0.97~1.12% 又藁桿是 0.79~0.91% 三者，在各區間之差異都極少，在各部之氮素含量與廢液使用間之相關關係不能認出。

(3) 炭素率

由前記炭素氮素等各含量算出各區各部之炭素率示如第 96 表：

第 96 表

Table 96. Effect of liquors on the C/N ratio of wheat.

區　　別	穀　　實	藁　　桿	根
1	29.58	44.20	30.16
2	29.08	46.00	33.37
3	29.55	46.37	35.41
4	29.28	51.75	35.32
5	29.85	49.27	33.21

炭素率中示最大値者，是藁桿之 44.20~51.75 最小是穀實之 29.08~29.85 此因藁稈、穀實之炭素含量（第 92 表）大略同，然而與藁稈比較時，穀實之氮素含量較爲多量，但與炭素氮素等同樣在各部各區間之相異極少。

(4) 穀實之粗蛋白含量（熱乾物中%）

小麥收穫物中最重要者爲穀實，然而小麥穀實之優劣與蛋白質含量之多少有平行關係，所以定量前項由廢液肥培小麥穀實之粗蛋白含量，粗蛋白含量之對於各區間之差異依前記第 92 表穀實之含氮量則可明瞭，玆將各區間之絕對量 (N×6.25) 示於如第 97 表：

第 97 表

Table 97. Effect of liquors on the crude protein contents of the wheat grain.

區　　別	1	2	3	4	5
%	8.75	8.88	8.75	8.63	8.69

由上表觀之，在各區間之相異極少，故因施用廢液對于小麥之蛋白質在此程度並無發現蒙受影響。

第五章 廢液施用對于亞麻組成之影響

Chapter V. Influence of the waste liquors application on the composition of flax plant.

為判明影響亞麻品質優劣的因素亞麻莖中粗纖維含量及施用廢液之關係起見，就前記亞麻收成物調查其各部份之炭素、氮素及炭素率等在此報告以資參考。

1) 炭素含量（熱乾物中%）

由濕式鉻酸法 (501) 所定量結果列擧如第 98 表：

第 98 表

Table 98. Effect of liquors on the carbon contents of flax.

區別	葉	莖	根
1	35.04	38.38	34.26
2	36.26	39.40	35.08
3	35.26	40.12	35.26
4	36.32	39.42	33.60
5	35.63	38.92	34.30
6	36.21	37.96	34.91

依此可知莖部之含量為最高，葉根兩部則略同，而在各區間之相異，則三者皆相差極少。

2) 氮素含量（熱乾物中%）

由 Gunning 氏法 (502) 所定量的結果如第 97 表，其中葉、根部為略同惟莖部則稍低，且三者在各區間之相異亦極少。

第 99 表

Table 99. Effect of liquors on the nitrogen contents of flax.

區別	葉	莖	根
1	0.67	0.55	0.78
2	0.62	0.52	0.70
3	0.69	0.61	0.69
4	0.72	0.62	0.71
5	0.63	0.59	0.73
6	0.71	0.60	0.68

3) 炭素率

由前記炭素及氮素含量所算出之各區間之炭素率則如第 100 表：

第 100 表

Table 100. Effect of liquors on the C/N ratio of flax.

區　　別	葉	莖	根
1	52.29	70.69	43.92
2	58.48	75.76	50.04
3	51.10	65.77	51.10
4	50.44	63.58	47.32
5	56.55	65.96	46.93
6	51.00	63.26	51.33

由此可知莖部之 C/N 率爲 63.26～75.76 最大葉部之 50.44～58.48 次之，而根部之 43.92～51.33 爲最小，倘且各部各區間之差異則與炭素氮素同。

4) 粗纖維含量（熱乾物中%）

就收穫物之莖部以 Henneherg及Stohmann(502)法而定量其粗纖維含量之結果如第101表：

第 101 表

Table 101. Effects of liquors on the crude flibre contents of flax.

區　別	1	2	3	4	5	6
(%)	47.90	51.14	51.19	49.05	47.51	47.87

由此可知 3 區之 51.19% 最高，2 區之 51.14% 次之 4 區之 49.05% 又次之而 5 區之 47.51 %最小，可知由廢液之適量施用可使莖部粗纖維之含量上昇。

第六章　結　　論 Chapter VI. Summary

以上所述結果其要點如下：

1) 由廢液之使用雖可影響炭素、氮素、粗蛋白、粗纖維、粗脂肪、粗灰分及三要素等含量之上昇，但可溶無氮物則降低，惟其程度並不顯著：

2) 水稻之石灰率殆不受由廢液施用之影響。

3) 水稻穀實一般的由廢液之施用而增加其充實度。

4) 水稻葉部之葉綠素含量及糙米中之 Vitamin 含量由如此程度之廢液使用並無發見有何影響。

5) 小麥之炭素及氮素之含量、炭素率及穀實之粗蛋白含量，由如此程度之施用廢液其影響亦極少。

6) 廢液施用對于亞麻之炭素與氮素之含量及炭素率的影響並無發見，但若適當量施用廢液時，可能增加亞麻莖部之粗纖維含量。

7) 上記結果總括的考察如此程度之施用廢液對于植物之養分吸收爲有效。

第五編 廢液之還元性

Part V. Reducing property of the waste liquor

第一章 概　論

Chapter I. Introduction

著者於第二編水稻之廢液肥效試驗已推論多施用廢液時（民國 29 年 1 期作第一次盆栽追肥試驗）及爲基肥時(民國 29 年 2 期作基肥盆栽試驗)使水稻生育不良，致其收穫減少，或者比標準區其增收比率較低，其主因由於廢液之還元性即 (340) 廢液所含有之亞硫酸鹽，Lignin (393) 及醱酵性糖類 395) 等之綜合還元性所致，在土壤中生成植物生育上有害還元生成物之生成 (448) 或使土壤中氧之顯著的缺乏，致使植物根之吸呼困難而植物生育上呈不利的狀態。

因廢液多施之害作用中，除其還元性外，(1) 廢液濃度之過高，(2) 在實際農業上，當能用其最適量，故不致發生此種作用。(3) 若廢液之還元性，事實上由於基肥時爲其害作用之一因，則亦當然可推想是多施之害作用之一因。故本編主要就基肥施用之害作用考查其原因且更謀其防止策而使廢液普及獲得安全：

第二章 廢液施用對於土壤還元化及植物生育之關係

Chapter II. Influence of waste liquor application on the reduction of soils and its relation to the plant growth.

因廢液具有還元性，故將其施用於土壤時，雖有程度之差異，但其必惹起土壤之還元化，而植生亦必受土壤還元化之惡影響，故廢液施用爲基肥時其還元性能否爲害作用之一因可從施用後土壤中之還元物質量，比較追肥時有否增加，而約略推測之。由於作基肥施用比作追肥施用保持還元狀態之機，會多亦可知還元物質生成之傾向較大。在本章爲欲明瞭因廢液之使用，有無土壤還元化，且其程度如何，故分爲下列數節加以檢討。

第一節 廢液施用法與土壤中 FeO 含量及水稻生育收量之關係

Relationship between the method of waste liquor application and the FeO content in soils, and its influence on the growth and yield of rice plants.

因添加廢液等還元性物質於土壤中，尤其是水田狀態之土壤中，在植生上容易發生數種有害的還元性物質，爲一般所共悉之事實，此種還元物質中最認爲有害作用者爲 FeO, (598) FeO 是因添加還元性有機物於土壤中，其生成量更得增大係爲一般所共認之事實。如大杉、西垣兩氏 (599) 已報告搾鰊滓、黃豆油滓、菜種油滓等有機質氮素肥料和紫雲英等之綠肥作物，比硫銨等之無

機質氮素肥料添加於水田狀態即還元狀態時，顯著促進 FeO 之生成。又小野寺 (600) 於水田土壤添加紫雲英與不添加者相比時，有添加者比無添加者生成多量之 FeO 且此者由空氣或 H_2O_2 能易使氧化。

是故，若就還元物質中 FeO 之含量與作物之生育及收量之關係加以檢討，則對於廢液為基肥使用之害作用略可明瞭，然而在施用基肥時之狀態可看作還元狀態而將廢液施用於土壤深層然後種植水稻收穫後就其土壤定量其 FeO 含量，再以此結果與可看作追肥的施用之表層施用時比較，且就兩者之水稻生育狀態及收量等觀察而探究為基肥的使用時之被害作用的原因。

試驗時把兩種施用條件儘量作為同一，把廢液之全施用量，使用同量 (40c.c.) 在種植後經過一星期後開始施用，以後每隔一星期前後施用四次分等量施用之。又表層施用是直接使用於土壤表面，即與從來之追肥施用同樣；至於深層施用是因在種植後要施用故將盛有 5kg 土壤之陶製盆中(達盆底之土層厚度約 13cm.)插入長 30cm. 直徑 3cm. 之 2 技玻璃管至盆底後才通過玻璃管施用，玆就栽培條件與生育，收量及土壤中含 FeO 量之定量結果記述如後。

I. 栽培條件：

(1) 土壤：

在本大學附近丘陵地所得之第三紀砂岩頁岩土壤每盆用 5kg

(2) 肥料：

每盆施用硫安 3.5714g 過石 3.2257g 硫酸鉀 0.925g

(3) 廢液：

於各區之廢液施用量及施用狀態如次：

區別	施用量 (c.c.)	施用狀態
1	0 (標準區)	
2	40	表層施用
3	40	深層施用

廢液施用日 (8 月 17 日， 8 月 25 日， 9 月 2 日， 9 月 10 日)

(4) 種植及收穫

將臺中 65 號之秧苗於民國 30 年 8 月 9 日挿植，每盆 1 株 3 枝，同年 12 月 26 日收穫。

(5) 管理：

盆放於玻璃室內，留意灌水，驅蟲及調查生育狀況，株高及分蘗等。

II. 生育調查：

關於生育狀況之調查結果如第 102 表，表中之數字是二區之平均數：

第 102 表

Table 102. Effect of difference of the waste liquor application on the growth of rice.

區別	10月2日		10月31日			11月29日			12月26日		
	株高	分蘖	株高(cm.)	分蘖	穗	株高(cm.)	分蘖	穗	株高(cm.)	分蘖	穗
1	100	3	112	7.5	0.5	121	9.0	4.0	127	10.5	6.5
2	108	5	117	6.0	1.5	117	8.5	5.5	118	9.0	7.0
3	104	5	119	7.5	1.0	128	11.5	4.5	128	11.0	7.5

株高一般的於廢液施用區爲高，分蘗 2 區稍遜於 1 區，但 3 區則勝優於 1 區之穗與株高均在廢液施用區爲多。全般的觀之，廢液施用區之生育狀態比標準區較良好，且兩施用區間於其生育狀況之優劣難以辨別。至於出穗日期則如第 103 表：

第 103 表

Table 103. Effect of the liquor application on the earing of rice.

區別	1	2	3
月日	10 月 30 日	10 月 29 日	10 月 30 日

出穗日中以 2 區之 10 月 29 日爲最早 1,3 區都在 10 月 30 日，較遲一天。

III. 收穫物調查

就收穫物之調查結果記載如第 104 表：

第 104 表

Table 104. Effect of difference of the liquors application on the yield of rice.

區別	穀實 (g)	地上部			地下部 根 (g)	總計 (g) 地上部/地下部	T/R	根長 (cm.)
		穗	藁	計				
1	10.6	11.0	20.5	31.5	3.7	35.2	8.51	28.9
2	17.1	17.7	19.5	37.2	3.4	40.6	10.96	25.6
3	16.0	16.6	23.4	40.0	4.1	44.1	9.76	30.3

觀上表結果，穀實及穗於 2 區爲多，然藁與根之收量則 2 區稍劣，又觀 T/R 則 2 區之 10.96 最高，3 區次之 1 區之 8.51 最小；根長則 3 區之 30.3cm. 最長，2 區 26.6cm. 最短。

IV. 土壤反應

收穫後土壤之 PH 以銻電極法測定之結果如第 105 表

第 105 表

Table 105. Effect of difference of liquors application on the soil reaction.

區　　別	蒸　溜　水　處　理	N-KCl 處　理
1	5.9	4.7
2	5.8	4.7
3	5.7	4.6

蒸溜水處理之 P^H 爲一區之 5.9 最高，2 區 3 區依次降低，又 KCl 處理之 P^H 以 3 區之 4.6 最少，1,2 區都 4.7。因之大體可知廢液之表層或深層施用對 pH 之影響極小。

V. 栽培後土壤中之 FeO 含量

FeO 之定量以 Jacob 601) 之方法即於約可容 50cc. 之白金皿中取收穫後之土壤約 1 瓦以 2cc. 之濃硫酸濕潤之，然後加 40% 之 HF 約 20cc. 放置於沸騰之水鍋上加温約 10 分後放入盛有添加數滴硫酸之水 200cc 之燒杯中，急速以 0.1N $KMnO_4$（正確 0.1N $KMnO_4$ 1cc.=0.00714g FeO）定求其量，一方面同時實行熱鹽酸可溶氧化鐵之定量，而控除前記所得之 FeO 量（改爲滴 Fe_2O_3 之量）且皆以對土壤熱乾物%而表示如第 106 表：

第 106 表

Table 106. Effect of difference of liquors application on the FeO content in soils.

區　　別	1	2	3
FeO	1.21	1.29	1.46
Fe_2O_3	3.75	3.77	3.54
全鐵量爲(Fe_2O_3)	5.13	5.20	5.16

依 1, 2, 3 區之次序 FeO 之含量稍增高，可知因施用廢液 FeO 之量有增高而將廢液施用於土壤之深層及表層相比較，則施於深層時 FeO 之增量可認甚顯著，又以 Fe_2O_3 觀其全體量是爲 5.13～5,20% 廢液施用之 2.3 區可視其含量稍有上昇，但其程度則甚少，始可認爲同量，故其次序以 1.2.3 區而降低，且 Fe_2O_3 之含量與 FeO 含量相反的降低亦當然之結果。

考查及摘要 Discussion and Summary

就前記表層及深層之廢液施用加以考查其本實則可知前者於氧化狀態，後者以還元狀態施用者，故表層施用比深層施用之時，廢液還元性之可減輕性較大。故深層施用尤其水田狀態時之施用，因廢液之還元性在土壤中生成各種還元物質之機會多，此等還元物質中最可認有害作用者係 FeO。然上記栽培後可見土壤中之 FeO 含量在廢液施用區較高，其中又以深層施用時爲最著。換言之，廢液於深層能保持還元狀態時，比較在表層保持氧化狀態時易生成多量 FeO 者由第 106

表即可明瞭。且在追肥及基肥的施用時皆可視爲氧化及還元狀態而存在，故因廢液之深層施用在土壤中能够增加 FeO 含量者即表示爲基肥的施用廢液於土壤時可能增加 FeO 之含量，因之廢液之還元性在作基肥施用，特在水田狀態時爲可能是害作用之一因：

然而施用於土壤深層中雖其 FeO 含量有增加但就水稻之生育及收量與標準區比較並無遜色之點而考查之，雖廢液之還元性可認爲基肥的施用爲害作用之一因，然而在本試驗之於還元狀態而施用者，係於水稻種植後將廢液通過 2 枝玻璃管直接施用於深層，故與普通之爲基肥的施用稍異，因之雖施用狀態同但施用時期則異，而在水稻幼根十分活着後才施用故其對廢液之還元性所成之還元性物質之抵抗力比普通爲基肥的施用狀態時之幼根較大。且在此範圍之廢液有效作用比其害作用較大故全般的有招致生育促進及增收之可能，從上記水稻之生育，收量等成績而論斷，其爲基肥的害作用，並非廢液之還元性所致，係過於早計。故爲基肥的施用廢液時，其對最適施用量及對標準區之增收比率等之降低原因，最少廢液之還元性亦必要看做其一因爲妥當。

然而就此點必要明瞭植物幼根活着程度及廢液還元性之關係然後才可解決。因此於民國 31 年 2 期作加以檢討而得良好結果故就此改節記載於第二節：

第二節 廢液還元性與水稻根活着狀態之關係

The relation of the waste liquor reduction to the young root.

如前節所推論，幼根對廢液之還元性之抵抗力由其活着程度而有異，在本節欲得其實驗的根據而行之。試驗方法及條件如下：

廢液之基肥的施用條件爲欲儘量使爲一定而僅變更其施用時期而行之。所以與第一節之盆栽同樣以5kg 之盆盛第 3 紀砂岩頁岩質之土壤 5kg 將玻璃管 2 支（長約 30cm. 徑約3cm.）插入盆底，每盆加硫銨 3.5714g 過石，15% 3.2257g 硫加 0.925g 於此種盆種植臺中 65 號苗一株 3 枝，在民國 31 年 8 月 4 日種植，而以 40cc 之廢液全部於一定日期通過玻璃管施用，同年 11 月 27 日收穫。

玆就其各區之施用日期列則如下。

區　別	1	2	3	4	5	6	7
廢液施用月　日	標準區	8月3日(種植前日)	8月5日(種植後1日)	8月7日(種植後3日)	8月10日(種植後6日)	8月12日(種植後9日)	8月16日(種植後12日)

試驗結果

1. 生育調查

關于株高、分蘖、出穗等之調查結果列如第 107 表：

第 107 表

Table 107. Effect of waste liquor reduction on the growth of rice.

區別	9月15日		9月30日		10月15日			10月30日			11月15日			11月27日		
	株高(cm.)	分蘖	株高(cm.)	分蘖	株高(cm.)	分蘖	穗	株高(cm.)	分蘖	穗	株高(cm.)	分蘖	穗	株高(cm.)	分蘖	穗
1	81.0	16	96.0	16	105.5	16	6	113.5	16	14	119	16	15	120.0	16	15
2	63.0	8	72.7	8	89.6	8	1	91.6	9	2	94	10	7	99.0	10	8
3	83.0	14	91.0	14	95.0	14	4	120.0	14	10	121	14	11	122.0	14	12
4	86.0	13	90.0	15	101.0	15	3	116.0	15	11	125	15	13	126.0	15	14
5	81.4	16	93.0	16	108.0	16	6	108.0	16	13	103	16	14	108.5	16	15
6	86.6	15	92.0	15	103.0	15	7	105.0	15	14	114	15	15	114.0	15	15
7	84.0	17	96.8	17	115.0	17	7	115.0	17	15	115	17	17	114.0	17	17

觀上記之結果，全生育期間第 2 區之生育狀況最劣第 3,4 區與第 1 區比較雖稍劣，然第 5,6 區則與第 1 區略同第 7 區則最優，再就出穗期調查則得第 108 表之結果：

第 108 表

Table 108. Effec of liquors reduction on the earing of rice.

區別	1	2	3	4	5	6	7
月日	10.7.	11.12.	10.7.	10.8.	10.6.	10.7.	10.6.

照上列結果 2 區之 11 月 12 日最遲 4 區之 10 月 8 日次之 1.3.6 區之 10 月 7 日又次之 5.7 區之 10 月 6 日最早。

2. 收穫物調查

調查結果表示如第 109 表：

第 109 表

Table 109. Effect of liquors reduction on the yield of rice.

區別	穀實 (g)	地上部 (g)			地下部(g)	計 (g)	T/R	根長 (cm.)
		穗	藁	計	根	地上部 地下部		
1	15.1	15.7	27.0	42.7	8.1	50.8	5.2	37.5
2	10.2	10.5	15.0	25.5	5.0	32.5	5.1	33.0
3	15.2	16.2	22.0	38.2	8.0	46.2	4.7	30.0
4	15.1	16.2	26.0	42.2	7.0	49.2	6.0	40.0
5	15.1	16.2	28.7	41.9	8.9	50.8	4.7	32.0
6	17.1	18.0	29.0	47.0	8.1	55.1	5.8	32.0
7	19.1	21.2	28.0	49.2	13.0	62.2	3.7	25.2

上表中就穀實觀之 2 區之 10.2g 最少， 3.4.5 區大體與標準區相同， 7 區最優，在地上部

之中，穗略與穀實顯示同傾向，藁則 6.7 區稍勝於標準區， 2～5 區皆劣，就中 2 區之收量 (15g) 最少故合計 2 化亦最少是 25.5g 3～5 區稍劣於標準區， 6.7 區皆勝之，根之收量 2 區最劣則 4 區之 7g 次之 3. 5. 6 區略與標準區同， 8 區之 13g 最高。又地上部地下部之全收量在 4.5 區其優劣次序相反外殆與地上部收量同傾向相同。 T/R 則除 4 區之 6.0 示最高7 區之 3.7 最低外，餘並無顯示特殊之關係。

最後就根長觀之是 25.2～40.0cm. 之間在各區間亦未能認出有特殊關係。

3. 土壤之反應

將收穫後土壤之 pH 依銻電極法測定之結果如第 110 表。

第 110 表

Table 110. Effect of liquor reduction on the soil reaction.

區　　別	1	2	3	4	5	6	7
蒸溜水處理	6.5	6.4	6.7	6.4	6.5	6.4	6.7
N-KCl　處理	5.4	5.6	6.0	5.6	5.7	5.5	5.9

依上記之結果觀之，蒸溜水或 N-KCl 處理其 pH 在各區間雖有些差異但並不能招致若何等特殊關係：

考查及摘要 Discussion and Summary

以上所得結果綜合的而觀之，生育收量皆在 2 區即在種植前日施用廢液時最劣 3. 4. 5 區即在種植後次日 3 日， 6 日後施用之三區之生育，收量皆與標準區略同，而其程度則依 5. 4. 3 區之順序而減，又 6.7 之兩區就中如 7 區得最優之結果。

要之因廢液爲基肥的施用之害作用與水稻幼根之活着程度略有平行的關係，即可容易認出活着程度愈增進害作用之程度愈減輕，故如在第一節所述，廢液施用就中於深層施用區之 FeO 含量雖有增加而水稻之生育及收量與標準區無異者，水稻幼根活着後，而因施用廢液或雖有此程度之 FeO 之增量，廢液之有效作用較大，故全體的顯示。優秀之生育收量，其因如何而依存雖難判明，但對因爲基肥的施用之害作用是由於其還元性爲其一因係可推斷矣。

第三節　廢液施用與土壤中硫化物生成之關係

The relation of the waste liquor application to the Sulphide formation in soils.

因第一及第二節之試驗結果，已大概明瞭廢液之水田施用，其中對基肥的施用之障害作用是由於其還元性，及如 FeO 等之土壤中還元物之生成所致。但在水田狀態下，即土壤自身亦有還元力，如使硝酸及硫銨等還元爲亞硝酸(602) 及硫化物 (603) 而招致氮素之損失及植生之害等既爲週知之現象。故如硫銨等之硫酸鹽在土壤中易受還元而生硫化物，由此觀之，可知比較硫酸鹽更低

級之硫氧化物即亞硫酸鹽者亦在同一條件下更易受還元發生多量之硫化物，故施用含有多量亞硫酸鹽之廢液，由其是施於水田狀態爲基肥之施用能土壤中生成硫化物可察知能使植生受有害作用(621) 。因之在本節將施於水田狀態之廢液探求有無增加土壤中之硫化物生成及其程度，更明確其因施用廢液之土壤還元化之事實，並爲欲明瞭廢液之基肥施用特對於水田施用之障害作用之原因而行之。實驗第一

由廢液施用土壤中之硫化物有無增加及其含量。

Experiment I.

Preliminary detection for the Sulphide formation in soils by the waste liquor application.

1. 定量方法：

本試驗利用從來用於盆栽試驗之第 3 紀砂岩頁岩質土壤及本大學附屬農場圃場之無肥料土壤兩種。

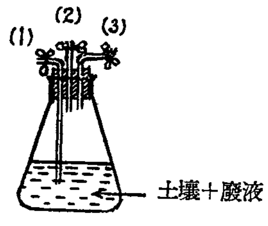
以可容 300cc. 之三角燒瓶，採取風乾土 100g 加一定量之廢液如第一圖 (Fig. 1) 裝有密閉一端的玻璃管 (1) (2) (3) 之橡皮塞，以蠟密封之，而在一定期間一定溫度等之一定條件下放置之後如在第二圖 (Fig.2) 在湯煎上以强溫度加温之，從玻璃管 (2) 加硫酸 (1:1) 把所發生之硫化氫，以用鋼及鐵中硫黃之定量法 604) 而定量之。

即使發生之硫化氫吸收於氨性氯化鎘溶液，作爲硫化鎘之黃色沉澱，濾過後水洗 2~3 次，除氨後把濾紙上之沉澱洗于燒杯，加過剩之碘溶液及稀硫酸 (1:1) 振盪數次如下式 (式1及2) 完全使反應，將過剩之碘以硫代硫酸鈉滴定之。(式 3) 間接的求其消費碘之量，便得生成硫化物之量。

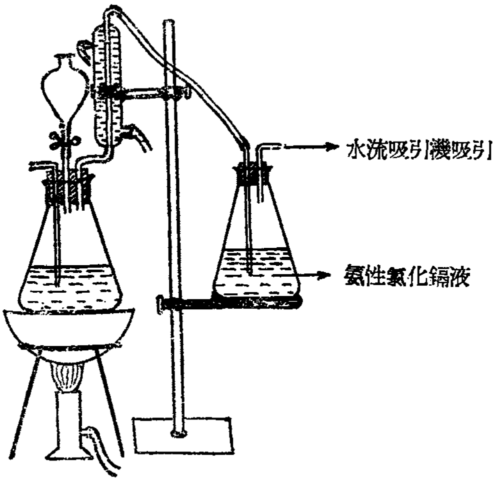
$CdS+H_2SO_4=CdSO_4+H_2S$ ··············(1)

$H_2S_2+I_2=2HI+S$ ························ (2)

$I_2+2Na_2S_2O_3=2NaI+Na_2S_4O_6$ ········ (3)



第 一 圖 (Fig. 1)



第 二 圖 (Fig. 2)

又用於本試驗之試藥之種類及調製法列擧如次。

a. 吸收用氯化鎘溶液；

氯化鎘 120g 溶于水 1.5L 後加強 ammonia 水（比重 0.9）900cc. 將此液 10cc. 稀釋至 50cc 而用之：

b. 分解用硫酸

用 1:1 者：

c. N/100 碘溶液

d. N/100 硫代硫酸鈉

e. 澱粉溶液 (0.1%)，

(1) 相當于 N/100 碘溶液硫化物—S 量之決定。

對於此處所用之碘溶液 1cc. 消費之硫化物的 S 量是由上記 (2) 之式算出，大約相當於 0.000145g 更以實驗的求之則如次：

(i) 標準硫化物之調製及其純度

爲標準硫化物則使用硫化鎘，此係依 Vanino (622) 之方法將鋑性氯化鎘溶液通入硫化氫使起黃色之硫化鎘沈澱濾別，水洗後，以乾燥器乾燥供爲試料(水分 1.61%)爲欲檢查其純度，故取製品 0.0381g 加入氯酸鉀 2g 及水少許而後加溫溶解，再加入濃硝酸 20cc, 更在二重盪煎器上蒸發乾涸以濃鹽酸濕潤並以水溶解，後將液中之 SO_4 量照常法以 $BaCl_2$ (10%) 溶液使其沈澱以計算求其 S 量時得 0.0083g 故製品 CdS 之 S 在風乾物中即含有 21.68%；無水物中則爲 22.14, %而無水物中之理論值則爲 22.19% 因此其純度則爲 99.91 作爲本試驗之標準硫化物，可認爲優良品質。

(ii) 相當于 N/100 碘溶液 1cc. 硫化物—S 量決定實驗

採取前項調製之 (CdS) 一定量，依上項裝置及方法求所消費之 N/100 碘溶液之 cc. 數，則得如第 111 表的結果：

第 111 表

Table 111. Weight of sulfit sulphur correspond to the 1c.c. of N/100 Iod. solution.

區　別	cds (g.)	其 S 含 量 (g.)	N/100 碘溶液消費量 (cc.)	相當于 N/100 碘溶液 1cc. S (g)
1	0.0043	0.00093654	6.42	0.0001458
2	0.0046	0.00100188	6.88	0.0001456
3	0.0068	0.00148104	10.14	0.0001461
4	0.0078	0.00169884	11.64	0.0001459
5	0.0100	0.002178	14.40	0.0001512
6	0.0150	0.0032670	21.76	0.0001501
7	0.0176	0.00383328	26.34	0.0001455
8	0.0182	0.00396396	27.03	0.0001466

※註：S 之量則以 Cds之S 以 21.78% 而計算求得者。

如上表相當于碘溶液 1cc. 之 S 量平均爲 0.0001472g, 然而計算所得者爲其值 0.0001452g 故可證明以本法爲定量法甚適當，其後，相當于碘溶液 1cc. 之 S 量爲使用上記實驗值即 0.000147g,

(II) 實驗結果：

依上述裝置及方法作下列數項實驗的結果如下：

(i) 廢液處理後之放置期間與硫化物生成量之關係：

土壤 100g 添加廢液 100cc. 於 33°C 放置時其所生成之硫化物 S 量如第 112 表，然而廢液中之 S 之形態有種種而亦明瞭有硫化物之存在。定量之結果廢液中之硫化物 S 係 0.03mg 故以後之實驗結果將控除此者之值也：

第 112 表

Table 112. Effect of the time after the liquor application on the sulphide formation in soils.

廢液處理後經過日數		M/100 碘溶液消費量 (cc.)	S 之 量 (mg)
砂岩頁岩質壤土	14	0.37	0.054
	16	0.46	0.067
	20	0.59	0.087
	30	0.69	0.101
圃 場 土 壤	16	0.43	0.063
	20	0.81	0.119
	30	0.82	0.121

由此觀之因廢液之添加於土壤中，現明有促成硫化物之生成，且廢液添加經過期間愈長其生成量愈高。

(ii) 廢液添加量與硫化物生成量之關係：

將土壤 100g, 處理溫度爲 33°C 放置期間爲 16 日廢液添加量爲 100, 150, 200cc. 時，其於土壤中之硫化物生成量如第 113 表。

第 113 表

Table 113. Effect of liquor amount on the sulphide formation in soils.

區 別		廢 液 (cc.)	N/100 碘溶液 (cc.)	S (mg.)
砂岩頁岩質壤土	1	100	0.46	0.067
	2	150	1.12	0.165
	3	200	1.21	0.178
圃 場 土 壤	1	100	0.43	0.063
	2	150	1.53	0.225
	3	200	1.56	0.229

依此可知廢液添加量愈多其硫化物生成量亦愈多。

(iii) 處理溫度與硫化物生成量之關係：

土壤 100g 廢液 100cc. 放置期間為 16 日由溫度 33°C41°C 時，其於土壤中之硫化物生成量則如第 114 表

第 114 表

Table 114. Effect of temperature on the sulphide formation.

區別		溫度 (°C)	N/100 碘溶液(cc.)	S (mg)
砂岩頁岩質壤土	1	33	0.46	0.067
	2	41	0.48	0.071
圃場土壤	1	33	0.43	0.063
	2	41	0.46	0.067

觀上結果，即溫度愈高硫化物生成量亦愈高，然其程度並不顯著；

(iv) 土壤反應與硫化物生成量之關係：

以土壤 100g 廢液 100cc 溫度 30°C 41°C 放置期間 16 日土壤反應與硫化物生成之關係則如第 115 表：

第 115 表

Table 115. Effect of the soil reaction on the sulphide formation.

區別			pH	N/100 碘溶液(cc.)	S (mg)
41°C	砂岩頁岩質壤土	1	3.75	0.48	0.071
		2	6.95	0.51	0.075
		3	8.02	0.65	0.096
		4	10.83	0.67	0.099
	圃場土壤	1	3.70	0.43	0.061
		2	6.30	0.45	0.066
		3	8.10	1.09	0.160
		4	10.50	1.09	0.160
30°C	圃場土壤	1	6.20	0.45	0.066
		2	8.00	0.85	0.125
		3	13.40	0.88	0.129

依上表結果，在同一溫度下各土壤皆見其硫化物之生成量隨 pH 之增大而增大，此傾向是酸性將移過鹼性即在中性點可認急速的上昇。然而在同一土壤亦見如溫度愈高則其生成量亦愈多類似前紀之結果。

考查及要摘 Discussion and Summary

綜合以上之實驗結果於上述土壤中因添加廢液對化硫物之生成，顯示由土壤還元性所惹起，

而在此時之生成量則廢液之添加愈多其量亦愈多，添加期間愈長且處理溫度愈高及土壤 pH 愈高，特在於鹽基性時最爲增大。

此等之關係日人大杉 603) 等既有以硫銨等之硫酸鹽添加水田時之研究，亦認有類似之現象。然用於本實驗之廢液其本身亦具還元性，又其硫黃之大部份爲硫酸鹽之低級氧化物的亞硫酸鹽，因其添加於土壤時易生成硫化物，故與硫銨時所現示之種種現象，亦爲當然之結果。

Experiment II.

Effect of liquor applicaton the Sulphide formation in the soils was used in this experiment.

實驗第二　廢液施用栽培試驗後於土壤中之硫化物之含量。

依實驗第一廢液之添加確認土壤有硫化物生成然此結果係在於實驗室內檢討；將其直接與實際問題結合時恐有缺少正確性之虞，因而舉行實際施用試驗栽培，而就收穫後之土壤定量其硫化物之含有量。因此將於前記第一節所述之試驗后之土壤加以定量其土壤中之硫化物含量，結果則如第 116 表。

第 116 表

Table 116. Effect of liquor application on the Sulphide formation in the soils.

區　別	廢液施用狀況	N/100 碘溶液 (cc.)	S (mg)
1	0	0.3	0.0441
2	表層施用 40cc.	0.45	0.0662
3	深層施用 40cc.	0.80	0.1177

由上表可知因廢液添加之硫化物生成，在於實際栽培時亦可認出又深層施用比表層施用其硫化物之生成量較多，此因前者比後者位於更易還元之位置之故也。

摘　要 Summary

要之，由於廢液之施用能招致硫化物之生成而惹起土壤還元性業已判明，因之對於植生亦能招致惡影響，且廢液之作基肥施用對于植生之障害作用由於廢液還元性爲其一因，亦在本節實驗結果可明白推知。

第四節　廢液施用與土壤氧化還元電位之關係

就以上第 1 至第 3 節之結果關于廢液之施用，其中施於水田之基肥施用之障害作用之原因，明知是因廢液之還元性及於土壤還元化之障害作用，然欲知土壤還元性之綜合的關係如上述，單就 FeO 或硫化物等之還元物質來檢討則尚嫌不足，故從充分可表現全體的關係之土壤氧化還元電位與廢液施用之關係再加以檢討，原來氧化還元電位在生物學之分野多被研究及應用，近來其在土壤學方面之研究亦極盛，且亦應用在實際方面，即是土壤之良否與生產力有關係者則在電位

較低之土壤比較高之土壤其還元狀態程度高，故在此種之土壤其生產力甚劣，此電位有關于土壤之生產力之事實既由 Bradfield, Batzer, Oshamp (605) 諸氏就果樹園生育及收量較劣所之電位比優良所其電位現示較低之報告所認明，Volk (606) 亦主張植物生育是由氧化還元所影響；森田氏 (607) 就果樹園及茶園土壤之氧化還元電位與園之優劣關係研究之結果以為此等荒廢之原因歸於氧化還元之減低，又 Gillespie (608) 亦認明湛水土壤加入 Glucose 時易減低其電位，又據，Remenzo(609)氏就 Podosol 及 Podsolised Soil 其氧化還元電位在土壤濕潤狀態時有顯著之降低，Smolik (610) 亦認明同樣事實，又據 Heintze (611) 氏之報告含有容易分解有機物時其電位 2 日間有急激的降低，Sturgis (612) 亦有報告在稻作之堪水有機物添加有使土壤電位急激的降低又 Darnell (613) 等Stephenson (614) 等亦有認明同樣事實。Burrow (615)等更有認明由有機物之種類之差異其電位降低之狀況亦有異。又大杉等 (615) 亦認明特異酸性土壤由堪水其電位有顯著的降低。澁谷・佐伯，亦就長期間之堪水與土壤電位之變化之關係在種種之觀點有所研究，(617) 因此，由土壤之氧化還元電位略明瞭土壤還元化之全程度，故就廢液施用試驗後之土壤再加以測定其氧化還元電位而加强證明前述由 FeO，及硫化物之生成與土壤還元化之關係。

實驗部份：

1. 供試試料：

用民國 30 年 1 期作之水稻盆栽及圃場廢液兩試驗後之土壤：

2. 氧化還元電位測定方法：

據 Brown (618) 之方法行之。

即在長約 7cm. 內容約 30cc. 之玻璃管裝入土壤 7g. 加入蒸溜水 4cc. 以玻璃棒攪拌使成均一後爲電極將長度 5cm. 之白金絲捲起成螺旋狀揷入後連結在飽和甘汞半電極及電位差計而測定其電位，於此值及該時溫度下之飽和甘汞半電極之電位差由 Herzner (619) 之計算式而算出氧化還元電位 (Eh) 以 mm, Volt, 表示則如下。

3. 測定結果：

測定結果示之如第 117 表：

第 117 表

Table 117. Effect of liquor application on the oxidation-reduction potential of soils.

區　別	1△	2△	3△	4△	5△
廢　液 (cc.)	0	8	20	40	80
m.v.	332	330	330	371	352

區　　別	1※	2※	3※	4※
廢　液 (1)	0 (無肥料區)	0 (標 準 區)	12	24
m.v.	437	437	427	422

註△：盆栽試驗土壤

※：圃場試驗土壤

依上表土壤還元化之程度在盆栽，圃場兩試驗區，都顯示廢液施用區土壤之電位較低，因之廢液施用能引起土壤還元化爲確實。

以上分爲數節已如上述要之對於廢液之基肥的施用之障害作用由於廢液之還元性及土壤還元化爲其主因，可謂無疑之事實。

第三章　以廢液爲基肥施用時因還元性及土壤還元化而發生障礙之防止方法

Chapter III. Prevention of the toxic action occurred by the reducing properties of liquor and the soil reductions from the ground application of liquor.

依前章廢液之基肥的施用障害作用之原因雖已判明，然實際農業上基肥的施用亦有需要，故對此時是否有適當的方法減輕或消滅其障害作用，因此開始作本試驗。

前述施用廢液時之障害作用主因是廢液還元性及由此所生成之 FeO 或硫化物等之還元物質之害作用，故抑制 FeO 或硫化物之生成或將使此等物質化爲無害的手段，則可直接成爲其防止之物質化策。

此中對硫化物之除去有可能的方法可推察，將青草施於土壤中來抑制，由硫化物生成硫酸之方法 (620 及將以石灰中和所生成之硫酸。其根據是硫化物之害是因其所生成之硫酸而急激降低其 pH 之故。但在著者所用程度之施用量之範圍內並無招致土壤 pH 之急激降低 (第三篇第四章第六節土壤之反應第 68 表) 又硫化物之害並不能完全代表廢液爲基肥的施用之害作用故上述兩個方法可推察不十分爲其防止之策。即要講求全般的防止廢液施用所引起之土壤還元化。然而於水田狀態之土壤硝酸鹽之還元是在將要生成 FeO 時最顯著，故豫先充分加水放置而使充分生成 FeO 後方添加硝酸鹽時，則可顯著的減少其還元作用 (607)。鑑於此事實若將基肥的施用廢液可視其適當時期而可減輕由還元而起障害作用。此法可推測爲適當且充分的對策。故將舉行如下試驗且得到預期之結果，在此加以報告。

實驗之部份：

本試驗廢液爲基肥的施用時並非在揷秧前一日，而在在揷秧前適宜期間前施用，經過一定日數後，方揷秧而比較其生育及收量，而探究其爲基肥的最適施用時期。

栽培條件：

1) 土壤：

由本大學附近丘陵地所得之第 3 紀砂岩頁岩質壤土各用 5kg。

2) 肥料

每盆硫銨 3.5714g 過石 3.2257g 硫酸鉀 0.925g。

3) 廢液施用量

各區爲基肥的施用廢液 40cc. 其施用日及區別之關係如下（但標準區則係無添加廢液）

區　別	1	2	3	4	5	6
挿　秧	0（標準區）	前 1 日	前 3 日	前 6 日	前 9 日	前 12 日

4) 挿秧及收穫

將臺中 65 號之苗於民國 31 年 8 月 4 日挿植 1 株 3 枝在同年 11 月 27 日收穫。

5) 管理

試驗盆栽培期間中放置于玻璃室內適當注水且調查生育中株高分蘗，出穗數等。

試驗結果：

1. 生育調查

生育調查結果如第 118 表：

第 118 表

Table 118. Effect of the application time on the growth of rice plant.

區別	9 月15日		9 月30日		10 月 15 日			10 月 30 日			11 月 15 日			11 月 27 日		
	株高 (cm.)	分蘗	株高 (cm.)	分蘗	株高 (cm.)	分蘗	穗	株高 (cm.)	分蘗	穗	株高 (cm.)	分蘗	穗	株高 (cm.)	分蘗	穗
1	81.0	10	96.0	14	105.5	15	6	113.5	15	13	119	15	13.0	120	15	13.0
2	43.0	3	52.6	3	69.6	3	—	81.6	3	—	94	6	—	94	6	3.0
3	67.0	3	73.0	3	91.4	4	1	106.6	4	3	118	6	4.5	121	6	4.5
4	64.8	8	70.0	13	83.8	14	5	100.0	15	13	109	15	13.0	108	15	13.0
5	85.6	10	94.0	14	104.0	15	6	113.6	15	14	113	16	14.0	114	16	14.0
6	80.0	10	96.0	15	117.0	16	7	115.2	16	15	116	16	15.0	117	16	15.0

依上表之結果 2 區之成績爲全般的最劣者，3 區次之，4 區略與標準區相同而 5.6 區則更優，再就其出穗日之調查結果集錄如第 119 表：

第 119 表

Table 119. Effect of the application time on the earing of plant.

區　別	1	2	3	4	5	6
月. 日.	10.7.	11.12.	11.6.	10.8.	10.7.	10.6.

據此 2 區之 11 月 12 日最遲，3 區次之 5 區之 10 月 7 日則與 1 區同樣且 6 區之 10 月 6 日最早。概而論之，4~6 區之出穗日期與 1 區爲大同小異。

2. 收穫物調查

就收穫物加以調查之，結果如第 120 表：

第 120 表

Table 120 Effect of the application time on the yiəld of rice.

區別	穀實 (g)	地上部			地下部	計 (g)	T/R	根長
		穗	藁	計	根	地上部+地下部		
1	14.0	14.7	27.0	41.7	8.1	49.8	5.1	37.5
2	0.2	0.5	5.0	5.5	1.0	6.5	5.5	13.0
3	1.2	1.5	8.0	9.5	3.0	12.5	3.1	17.0
4	13.7	14.9	26.0	40.9	7.1	48.0	5.3	27.0
5	15.7	16.8	28.0	44.8	8.0	52.8	5.6	36.0
6	15.2	16.3	28.5	44.8	8.6	53.4	5.2	36.0

就上表觀之，2 區之成績爲全般的最劣 3 區次之，4 區稍劣於 1 區至于 5~7 區則最優良。

3. 土壤反應

把收穫後土壤之 pH 以銻電極法測定之結果如下表：

第 121 表

Table 121. Effect of the applicatien time on the reaction of soils.

區別	1	2	3	4	5	6
蒸溜水處理	6.5	6.4	6.7	6.7	6.8	6.6
KCl 處理	5.4	5.6	5.6	5.6	6.1	5.6

在各區間之 pH 之相異，蒸餾水處理，或 KCl 處理皆極微少，大體的可認爲同程度。

考查及摘要 Discussion and Summary

由以上之結果綜合的考查之，以廢液作基肥之施用，於種植前 3 日前以內時尙受廢液還元性，引起水稻生育被害而減低其收量，6 日前施用者大體的生育狀況與標準區大同小異，但收量則比標準區稍劣，若 9 日前或 12 日前施用時，則生育狀況與收量皆比標準區較優。

故從本試驗結果觀之，在水田狀態爲基肥的施用時，最少在種植一星期以前施用始可防止由於廢液作基肥施用之障害作用：

第四章 結　　論

Chapter IV. Summary

如上所述，加以總結論即對廢液之施用，特施用如水田狀態爲基肥時之障害作用，既明其主因係由於廢液之還元性，然而若在種植約一星期前爲基肥的施用廢液時，大體如上述可能消除其障害作用。

第六編 廢液固化形

Part VI. The solidification of the waste liquor

第一章 概　　論

Chapter I. Introduction

欲將廢液爲肥料使用時，有直接施用法與經過化學的處理，製成特殊肥料而供利用之方法。其中，廢液直接利用之方法，既如本書第一乃至第五編所述。若依作物之種類施用適當量時有表現其肥效，其上因爲由於廢液本身含有之成分及基於廢液之添加增加土壤肥力之故。但廢液爲液體，於運輸上甚爲不便，因而對其利用上甚爲不利，爲謀將廢液加以化學處理使其更富于有效成分且運輸上較爲便利起見，乃對廢液之固形化加以探討，設計下述五種方法而處理之。

A. 蒸發乾固法。　B. 依 NH_4OH 水之沉澱法。

C. 依 $Ca(OH)_2$ 水之沉澱法。　D. 與燐鑛粉處理蒸發乾固法。

E. 以過氧化氫氧化後與燐鑛粉處理蒸發乾固法。

以下逐項就此等各處理物，記載其實驗之結果，爲便於記述起見，將處理物依上次序稱爲 A.B.C.D.E.。

第二章 目的，預備實驗，處理法及收量。

Chapter II. The object of the waste liquor treatment, their previus experiments, method of the treatment and the yields of the products.

上述之五種廢液處理，先述其目的之何在，次對於其處理方法施行預備實驗，求最適當之條件，而照此處理調製其廢液。

第一節 蒸發乾固處理法

Evapolating and drying method

因將廢液直接用作肥料時運輸不便，乃謀縮小其容積與增加其有效成分之含量，將廢液驅去水分而行本處理。

處理調製法

將亞硫酸紙漿廢液在常壓下以近于 100°C 之湯煎蒸乾成爲 Sylop 狀後，在 95°C 之乾燥器中乾燥，使成爲脆質之乾固物，但因其吸濕性甚大，在空氣中未到冷却之前化爲粉狀，貯藏於試料瓶。依此法乾固之收量，則廢液 100cc. 能得 9.96 克。

第二節 氫氧化銨水處理法

The precipitation method with NH_4OH.

Smith, P.I. 352) 將亞硫酸紙漿廢液以 $CaCO_3+Na_2CO_3$, Na_2CO_3, NH_4OH 及 NH_3 一邊

中用任何一種藥品處理所得之沉澱物，除去鹽基者可代用爲單寧劑，其中用 NH_4OH 之方法最優，故著者認爲可使廢液中之有機物及鹽類最多量沉澱且沉澱物可能受 NH_4OH 之作用或許可吸收相當量之氮之推論下處理之。

廢液以 NH_4OH 處理所得之沉澱物量，不但由廢液之性質而異，且由 NH_4OH 之濃度及量亦有差異，據惠岡，徐 349) 之研究，對亞硫酸鎂法的紙漿廢液（與本試驗所用者同）50cc. NH_4OH 之添加量未超過 20cc.（28%）時，其沉澱物則隨 NH_4OH 添加量成正比例而增加，若超過 20cc. 時其沉澱物生成量則稍減低，然而沉澱物中之有機物量與沉澱物全量略有同樣的傾向，故著者據上記之最適條件作如下記之處理。

處理調製法

就廢液 50cc. 加 NH_4OH (28%) 水 20cc.，攪拌後過濾，不水洗，沉澱物將在空氣中或乾燥器中儘可能的乾燥後粉碎，其收量則就廢液 100cc. 可得 3.3g。

第三節 氫氧化鈣水處理法

The precipitation method with Ca (OH)

Howard G.C. 340) 403) 將亞硫酸紙漿廢液加 $Ca(OH)_2$ 將其富鹽 Ca 之最初沉降物再使用於蒸煮液，對其濾液再加 $Ca(OH)_2$ 而使 pH 上昇時 Lignine 及其他有機物可沉澱，故使用爲 Lignine 之原料或燃料，且有報告對廢液加 $Ca(OH)_2$ 至 pH=12 以上時，對于一定量廢液其有機物沉澱量爲最高。

因之著者應用此原理就亞硫酸鎂法之紙漿廢液於其一定量之廢液盡可能程度沉澱多量有機物爲目的，依 $Ca(OH)_2$ 之飽和溶液保持 pH=12 以上而分離有機物。

1. 預備實驗：

a. $Ca(OH)_2$ 之飽和水溶液調製

將 10 克之 $Ca(OH)_2$ 投入 3L. 之水，過濾後用其透明之濾液。本液之 pH 爲 12.2，久放在空氣中時因受空氣中之 CO_2 生成 $CaCO_3$ 之沉澱，故儘量行上述操作。

b. 保持 pH=12 應添加之飽和 $Ca(OH)_2$ 水溶液量之決定

將廢液 10c.c. 添加上記飽和 $Ca(OH)_2$ 水溶液之異量而攪拌後用電極法測定時得如第 122 表之結果。

第 122 表

Table 122. Effect of the saturated calcium hydroxide solution on the pH value

廢液 (cc.)	$Ca(OH)_2$ 水溶液 (cc.)	於添加後液體之 pH
10	10	5.4
10	20	6.4
10	30	7.4
10	40	8.5
10	50	10.0
10	60	11.0
10	100	11.6
10	150	11.6
10	200	12.2
10	250	12.3
10	300	12.2
10	400	12.3

備註：廢液之 pH 是 4.28

即是對廢液 10cc. $Ca(OH)_2$ 飽和水溶液之添加量在 80cc. 左右始生成沉澱物，至 200cc. 其 pH 成爲 12, 以上至 400cc. 殆不見 pH 之上昇，故對廢液 10cc. 之 $Ca(OH)_2$ 之飽和水溶液之添加量決定爲 200cc.。

2. 處理調製法：

對廢液 150cc. 加上記 $Ca(OH)_2$ 飽和水溶液 3L, 數次攪拌濾過後將其沉澱物不水洗而在 95°C 之乾燥器中乾燥後粉碎之，其收量對廢液 100cc. 是 3.7g。

第四節 磷鑛粉處理法

The evapolating and drying method with addition of rock phosphate powder.

亞硫酸法紙漿廢液中其硫黃以種種形態所存在(330)，即酸性亞硫酸鹽在廢液中除遊離之形態(HSO_3) 存在外，且與 Lignrne 等結合爲 Lignosulphonic acid 或其 Mg 鹽或與醣類等緩結合而全體與遊離之亞硫酸鹽保持平衡狀態，是故磷鑛粉以廢液處理時，磷鑛粉中之燐酸三石灰由廢液中所含之種種形態之硫黃，是否變化爲可溶性磷酸鹽尚待探究，因其在廢液肥效增進上爲極有利之處理法，故就此法處理加以詳細之檢討。

1. 預備實驗

對於本處理法之最重要目的，是把處理調製物中之可溶性燐酸含有量儘使爲最多量，所以先檢討廢液和磷鑛粉之量的關係，處理溫度時間方式及其他確立其合於本目的之最適條件，再把磷鑛粉混入在廢液之中調製處理物。又用於本試驗之磷鑛是 Christmas 產，現將其組成列下：

P_2O_5…39.80% $Al_2O_3+Fe_2O_3$…1.35% CaO…51.77%

SiO…0.52% CO_2…2.14% F_2…0.88% 灼減…4.60%

a. 廢液與燐鑛粉之量的比率，處理溫度時間等之最適條件之決定，由硫酸處理燐酸三鈣變爲燐酸二鈣燐酸一鈣或燐酸等反應如下：

i) $Ca_3(PO_4)_2+H_2SO_4+6H_2O=2CaHPO_4\ (2H_2O)+CaSO_4\cdot 2H_2O$

ii) $Ca_3(PO_4)_2+2H_2SO_4+5H_2O=CaH_4\ (PO_4)_2\cdot H_2O+2\,CaSO_4\ (2H_2O)$

iii) $Ca_3(PO_4)_2+3H_2SO_4+6H_2O=4H_3PO_4+6CaSO_4\cdot 2H_2O$

即硫酸之量不充分時則生成燐酸二鈣，而過量時易成燐酸，中庸時則生成燐酸一鈣，因而對于廢液與燐鑛粉之混合處理，就上記三式加以檢討，即對各式之燐鑛粉與廢液量之比例加以計算求其量的比例，而調査各處理經過及時間之最適條件。

燐鑛粉與廢液量比率把燐鑛粉中之 P_2O_5 爲 39.8%, 或以廢液中之全硫黃 (灰分中爲 SO_3 (349) 用 30.28%) 之量，便利上全部假定爲硫酸形態而算出，又於廢液與燐鑛粉之間，欲期化學反應之安全起見，就廢液的添加量增加之時亦檢討之。

i) 從 $Ca_3(PO_4)_2+H_2SO_4+6H_2O=2(CaHPO_4\cdot 2H_2O)+CaSO_4\cdot 2H_2O$ 反應式之時。

此時之燐礦粉與廢液量之比率，照上述之方法算出如下，但廢液自最初限定爲 100cc.

燐礦粉 2.5g＋廢液 100cc.

照上記比率將燐礦粉混合於廢液，而變更溫度及時間，處理溫度在 50°C 以下者密閉，以上者爲開放式而處理之，處理後全部蒸發乾固之，置在 95°C 的乾燥器中使乾燥。乾固物中之水溶性及檸檬酸溶性各燐酸之定量依常法 (502) 施行，且處理後液之 pH 以銻電極法測定之，其結果摘錄如第 123 表。

第 123 表

Table 123. Effect of waste liquors on the rock phosphate at the rate of 2.5g to 100c.c. liquors

溫　度	時　間	反應後溶液PH	*水溶性 P_2O_5 (g)	檸檬酸溶性 P_2O_5 (g)	對添加全量 P_2O_5 之水溶性 P_2O_5%
28 (閉)	0.5	5.0	0.0298	0.0013	2.99
28 (〃)	1.0	5.0	0.0312	0.0019	3.13
28 (〃)	2.0	5.0	0.0335	0.0011	3.36
50 (閉)	0.5	5.1	0.0328	0.0012	3.29
50 (〃)	1.0	5.1	0.0328	0.0016	3.29
50 (〃)	2.0	5.1	0.0328	0.0011	3.29
90—98(閉)	0.5	5.1	0.0305	0.0019	3.06
90—98(〃)	1.0	5.2	0.0335	0.0011	3.36
90—98(〃)	2.0	5.2	0.0350	0.0012	3.51

〔備註〕*

水溶性 P_2O_5 是扣除廢液中之 P_2O_5 及燐礦粉自初存在之微量水溶性 P_2O_5 之意。

照上表概知處理溫度愈高及處理時間愈長，則可溶于水者亦愈多，即處理溫度在 90～98°C 其水溶性 P_2O_5 全般的比 28°C 或比 50°C 者多，在 90～98°C 2 小時處理之時最高，現示 3.51%。就檸檬酸溶性 P_2O_5 見之全般的其量少且與處理溫度及時間並不認得特殊關係，全體的在 0.0011～0.0019 克之間。

最後就處理後溶液之 pH 見之，處理溫度愈高，一般的 pH 現示上昇之傾向，此恐是因高溫度處理之亞硫酸瓦斯逸出外，亦可思因爲燐酸三鈣處理之消費，又因廢液處理生成水溶性 P_2O_5 者，如前述之在廢液中某種形態之硫黃作用，又廢液有機物中，有存在腐植質樣物質，由此腐植質之燐礦可溶解化 (623) 亦其一因。

ii) 從 $Ca_3(PO_4)_2+2H_2SO_4+5H_2O=CaH_4(PO_4)_2\cdot H_2O+2(CaSO_4\cdot 2H_2O)$ 反應式時。

照上式將燐礦粉與廢液量之比率算出則如下，但廢液亦是限定爲 100cc.。

燐礦粉 1.3g＋廢液 100cc.

與 i) 所述同樣處理所得之處理蒸發乾固物中之水溶性及檸檬酸可溶性燐酸依常法定量之結果及處理後之溶液 pH 用銻電極法測定之，結果總括示如第 124 表。

第 124 表

Table 124. Effect of waste liquors on the rock phosphate at the rate of 1.3g to 100 c.c. liquors.

溫度(C°)	時間(t)	反應後溶液 pH	水溶性 P_2O_5 (g)	檸檬酸溶性 P_2O_5 (g)	對添加全量 P_2O_5 水溶性 P_2O_5 之比率 (%)
26—28(開)	0.5	—	0.0231	0.0229	4.46
26—28(〃)	1.0	—	0.0298	0.0025	5.75
26—28(〃)	2.0	—	0.0290	0.0012	5.60
50 (開)	0.5	4.8	0.0342	0.0007	6.60
50 (〃)	1.0	4.8	0.0402	0.0010	7.76
50 (〃)	2.0	4.9	0.0507	0.0012	9.79
90—98(開)	0.5	52.0	0.0684	0.0025	13.22
90—98(〃)	1.0	51.0	0.1114	0.0026	21.53
90—98(〃)	2.0	5.3	0.1556	0.0023	30.08
90—98(〃)	2.0	5.2	0.1437	0.0031	27.77
90—98(〃)	3.0	5.4	0.0530	0.0032	10.25
90—98(〃)	4.0	5.4	0.0231	0.0029	4.46

照本試驗之結果其處理在 90~98°C 之時水溶性 P_2O_5 最多，50°C 次之，26~28°C 最少，而於 90~98°C 處理 2 小時者可達最高得溶出約 30% 之水溶性，又此時之處理溫度愈高處理時間愈長，水溶性 P_2O_5 之溶出量亦多，與實驗 i) 之時大同小異，在 90~98°C 處理 3 小時以上之長時間，則水溶性 P_2O_5 之量反降低，值得注意，此恐是如上述因高溫時亞硫酸瓦斯之逸出過多，致使與燐酸三鈣反應之亞硫酸瓦斯大量減少，亦其一因。

最後據上記之結果，在各溫度都比前實驗較好，此即表示比率較前比率較適當。

iii) 從 $Ca_3(PO_4)_2+3H_2SO_4+6H_2O=4H_3PO_4+6(CaSO_4\cdot 2H_2O)$ 反應式時，依上式現示燐礦粉與廢液量之比率如下，但廢液亦限定為 100cc. 者，則與前同樣。

燐礦粉 0.8g+廢液 100c.c.

如 i) 所述同樣處理，就處理蒸乾固物中水液性及檸檬酸溶性各燐酸以常法定量之結果及處理後溶液之 pH 以銻電極法測定之，結果總括示之如第 125 表。

在此各溫度，處理時間愈長，水溶性 P_2O_5 之量愈降低，此雖與 i) ii) 之結果有異，然除一二例外，大部份其處理溫愈高其水溶性 P_2O_5 之量亦隨而上昇，又在此時檸檬酸可溶性 P_2O_5 之量也是極少。

第 125 表

Table 125. Effect of waste liquors on the rock phosphate at the rate of 0.8g to 100 c.c. liquors.

溫 度 °C	時間(t)	反應後溶液pH	水溶性 P_2O_5 (g)	檸檬酸溶性 P_2O_5 (g)	對添加全量 P_2O_5 之水溶性 P_2O_5 之比率(%)
28 閉	0.5	4.8	0.0189	0.0019	5.94
28 〃	1.0	4.8	0.0171	0.0017	5.37
28 〃	2.0	4.9	0.0189	0.0018	5.44
50 閉	0.5	5.0	0.0359	0.0031	11.28
50 〃	1.0	4.9	0.0202	0.0020	6.34
50 〃	2.0	5.1	0.0166	0.0011	5.21
90—98 開	0.5	5.1	0.0288	0.0016	7.51
90—98 〃	1.0	5.1	0.0239	0.0019	5.75
90—98 〃	2.0	5.2	0.0225	0.0011	7.07

IV) 對於燐礦粉更增加廢液量比例時。

就以上三個實驗對廢液100cc.所用燐礦粉爲 2.5g、1.3g、0.8g，對於燐礦粉更增加廢液比率時或可生成更多量水液性 P_2O_5 之預測之下行下次之檢討，又照如上之諸實驗結果處理，溫度愈高愈好，故對於本檢討，亦採用 90~98°C 之處理，溫度以開放式操作，其結果如第 126 表及第 127 表。

第 126 表 燐礦粉 0.4g+廢液 100cc. 時

Table 126. Effect of waste liquors on the rock phosphate at the rate of 0.4g to 100cc. liquors.

時 間 (t)	水溶性 P_2O_5 (g)	檸檬酸可溶性 P_2O_5 (g)	對添加全量 P_2O_5 水溶性 P_2O_5 之比率 (%)
0.5	0.0215	0.0011	13.51
1.0	0.0202	0.0009	12.69
2.0	0.0149	0.0009	9.36

第 127 表 燐礦粉 0.2g+廢液 100cc. 時

Table 127. Effect of waste liquors on the rock phosphate at the rate of 0.2g to 100cc. liquors.

時 間 (t)	水溶性 P_2O_5 (g)	檸檬酸可溶性 P_2O_5 (g)	對添加全 P_2O_5 之水溶性 P_2O_5 之比率 (%)
0.5	0.0175	0.0007	21.98
1.0	0.0225	0.0005	28.27
2.0	0.0144	0.0004	18.09

先就第 126 表言之，處理半小時最好，一小時二小時之次序而降低。在第 127 表則處理一小時者最好，處理二小時者最劣，又在兩表檸檬酸可溶性 P_2O_5 皆為少量，要之以本比率不能期待多量水溶性 P_2O_5 之溶出。

b. 蒸發乾固法與過濾法之比較實驗。

所謂蒸發乾固法者，即指如實驗 a 使燐礦粉與廢液反應後將此蒸發乾固，然後以 95°C 乾燥後加 150～200cc. 之水而振盪浸出液中之水溶性 P_2O_5（檸檬酸可溶性 P_2O_5 在本試驗不檢討）而定量之方法，又濾過法是使燐礦粉與廢液反應後經過濾就其濾液舉行定量水溶性 P_2O_5 之方法(但此時就檸檬酸可溶性 P_2O_5 不加以定量)，而在蒸發乾固法因經過蒸發操作有生成多量之可溶性 P_2O_5 之可能性，然照該法定量之結果與照濾過法之結果，其程度概相似，故如上所思為有不當，而濾過法於實驗時為時間而較為有利，就比較前記之二法於本比較實驗儘量欲明白其影響以生成 P_2O_5 之最大量之條件處理之，即採用實驗 (a ii) (第 124 表) 對於燐礦粉 1.3g, 廢液 100cc. 90～98°C 2 小時之開放狀態而處理之，其結果示如第 128 表。

第 128 表

Table 128. Effect of the preparation after treatment with liquors on the determination of the water soluble phosphoric acid of the dried matter.

實驗回數	濾過法		蒸發乾固法	
	水溶性 P_2O_5 (g)	對添加量 P_2O_5 之水溶性 P_2O_5 之比率(%)	水溶性 P_2O_5 (g)	對添加量 P_2O_5 之水溶性 P_2O_5 比率(%)
1	0.1421	27.46	0.1437	27.77
2	0.1448	28.00	0.1428	27.50

照此以濾過法其水溶性 P_2O_5 及以乾固法定量尚無認有甚大之差異，故以任何方法定量其水溶性 P_2O_5 亦可。因此在下列之諸實驗，便宜上其水溶性 P_2O_5 之定量用濾過法。

c. 密閉式與開放式之比較。

在實驗 a) 之 90～98°C 之實驗，都以開放容器行之，因此硫黃之一部份仍未反應之原狀成 SO_2 逸出，故以密閉容器（與 50°C 以下時同樣）而行時料有較有效之反應，故試行本比較實驗，又密閉式之容器以加壓瓶（島津製）開放式之容器使用從來之三角瓶其結果如下：

第 129 表

Table 129. Effect of the method for the treatment with liquors on the water soluble phosphoric acid content of the dried matter.

燐礦粉 (g) (但廢液為 100cc.)	處理時間 (t)	密閉式		開放式	
		水溶性 P_2O_5 (g)	對添加 P_2O_5 全量之比率(%)	水溶性 P_2O_5 (g)	對添加 P_2O_5 全量之比率(%)
0.2	0.5	0.0182	22.86	0.0172	21.79
0.2	1.0	0.0182	22.86	0.0225	28.27

第 129表（續）

燐礦粉(g)（但廢液爲100cc.）	處理時間(t)	密閉式		開放式	
		水溶性 P_2O_5(g)	對添加 P_2O_5 全量之比率(%)	水溶性 P_2O_5(g)	對添加 P_2O_5 全量之比率(%)
0.2	2.0	0.0204	25.63	0.0144	18.07
0.4	0.5	0.0228	14.32	0.0215	13.51
0.4	1.0	0.0198	12.44	0.0202	12.69
0.4	2.0	0.0263	16.52	0.0149	9.36
0.8	0.5	0.0231	7.26	0.0288	9.05
0.8	1.0	0.0467	14.67	0.0239	7.51
0.8	2.0	0.0304	9.55	0.0225	7.07
1.3	0.5	0.0656	12.68	0.0684	13.22
1.3	1.0	0.1163	22.48	0.1114	21.52
1.3	2.0	0.1593	30.79	0.1556	30.08
1.3	3.0	0.0341	6.59	0.0530	10.25
1.3	4.0	0.0283	5.47	0.0231	4.46

照此表概爲密閉式比開放式可得較好之結果，故以採用密閉式爲佳。

2. 調 製 法

照上記豫備實驗之結果，最適合本節目的之廢液處理調製法示之如下，即將廢液 100cc. 加燐礦粉 1.3g, 於 90～98°C 中以密閉式處理 2 小時之後，在蒸鍋上蒸發乾固，收量 11.2g。

第五節　以過氧化氫氧化後加燐礦粉處理而蒸發乾固法

The evapolating and drying method with addition of rock phosphate powder after oxidation by hydrogen peroxide.

如前節既明白燐礦粉與廢液間之反應如 i) ii) iii) 所示，不能達到 100 %之效果，是因把廢液中之全硫黃假定爲硫酸形態而計算之故也，因此在本節廢液低之級硫黃氧化物若以適當之氧化劑處理，將全部變爲硫酸狀態後方處理燐礦粉，其效果則可豫想比較前節所得更爲有效，故實行本試驗。

1. 豫備實驗

本試驗氧化劑是把市販過氧化氫 3 %者便宜上對廢液 100cc. 用 20cc. ，且對前節所檢討之燐礦粉及廢液量比率及處理時間方式等全般加以檢討，但處理溫度則全部爲 90～98°C，又水溶性 P_2O_5 以濾過法而定量，檸檬酸可溶 P_2O_5 則全般的極少。玆示其結果如第 130 表：

第 130 表

Table 130. Effect of waste liquors oxidated by the hydrogen peroxide on the water soluble phosphoric acid content of the dried matter.

燐礦粉(g)(但廢液爲100cc.)	處理時間(t)	密閉式		開放式	
		水溶性 P_2O_5(g)	對加全 P_2O_5 之水溶性 P_2O_5 %	水溶性 P_2O_5(g)	對加全 P_2O_5 之水溶性 P_2O_5 (%)
0.2	0.5	0.0516	64.82	0.0516	64.82
0.2	1.0	0.0619	77.76	0.0619	77.76
0.2	2.0	0.0570	71.61	0.0583	73.24
0.4	0.5	0.0673	42.27	0.0662	41.58
0.4	1.0	0.1243	78.68	0.0843	52.95
0.4	2.0	0.1251	78.58	0.1150	72.24
0.8	0.5	0.0311	25.47	0.0966	30.34
0.8	1.0	0.0968	30.40	0.0868	27.26
0.8	2.0	0.0817	25.66	0.0945	29.67
1.3	0.5	0.1088	21.03	0.1047	20.24
1.3	1.0	0.2066	39.93	0.2008	37.70
1.3	2.0	0.2025	39.15	0.1688	32.60

見上述結果，可知密閉式比開放式較優，又就水溶性 P_2O_5 之絕對量觀之，對廢液 100cc. 之燐礦粉量在 0.4g 之時最高，0.2 克次之，1.3 克 0.8 克之次序而降低，又在開放式於 0.2 克時最高，0.4 克次之，1.3 克 0.8 克之次序而降低，與前節所得結果比較，明知更有效果。故適合本節目的之廢液處理，應照第 128 表最大水溶性 P_2O_5 條件下舉行，但由近時諸研究燐礦粉其原物亦有表示相當肥效 623) 625) 之故，在本節之處理法應爲在求水溶性 P_2O_5 絕對量，全 P_2O_5 量共含有多量之條件下實行認爲更妥當，故舉行如次處理法。

2. 處理調製法

於廢液 100cc. 加市販 3 %之過氧化氫水 20cc. 振動後投入燐礦粉 1.3 克，在 90~98°C 以密閉處理一小時後，蒸發乾固調製之，收量 11.4 克。

第三章　處理物之性質及成分

Chapter III. The properties and constituents of the products after the waste liquor treatment.

於前章詳述其調製法之各調製物 (A. B. C. D. E) 試就其性質及成分調查之結果如下：

第一節　一般性質及成分與定量法及結果

The general properties and the constituents of the products and its qualitative analytic results.

1) 水分

在 100°C 放置 5 小時之減量

2) 灼減；灰分及灰分中諸成分

把一定試料在 600°C 之電氣爐內灰化，將其減量，扣除水分為灼減，以殘量為灰分量而灰分中諸成分之量照常法 (502) 而定量得多量之鎂而鈣反為少量，故對兩者之分離特留意之。

3) 全硫黃

把試料 0.5 1g 置于三角瓶，以少量之水潤濕，次加 15-20cc. 之發煙硝酸，封栓放置一晝夜後，在沸湯上蒸發乾固，驅出過剩硝酸後，用水稀釋為一定量，由此採取一定量依常法求 $BaSO_4$，計算出 S 量。

4) 氮素

依 Gunniug 變法 (502) 定量之。

5) 碳素

照鉻酸法 (501)，但在此時欲除因亞硫酸鹽存在之不正確，試料應先以過氧化氫氧化之。

6) 乙醇抽出物，採試料 2~3g, 用 95 %乙醇抽出之。

7) P^H 測定 採試料 10 克，加蒸溜水 250cc. 振盪後，封栓放置一夜后，濾過之，將懸濁液之 P^H 以銻電極法而測定之。

8) 水不溶解分 (常溫)

將試料 1 克加蒸溜水 500cc.，置於振盪器振盪一小時，放置一夜後濾過之，更把殘渣以蒸溜水洗滌之，乾燥後 (以 100°C) 秤其量。

9) 水溶性 P_2O_5 D,E, 之調製物以常法定量水溶性 P_2O_5 之量，除水分外之諸結果，皆以無水物中%所表示之，則為第 131 表。

第 131 表

Table 131. The qualitative analytic results of the products after the waste liquor treatment.

區別	A	B	C	D	E
水分	1.36	19.17	10.62	3.50	3.48
灰分	14.25	31.68	60.93	24.91	28.61
有機物(灼減)	83.39	49.15	28.45	71.59	67.91
全硫黃	8.54	11.33	13.69	19.97	24.41
氮素	0.36	0.58	0.40	0.46	0.45
氧素	39.15	36.44	24.60	33.10	32.50
乙醇抽出物	25.05	0.38	0.31	17.71	50.50
不溶解分	1.03	36.23	68.53	16.16	8.65
水溶性 P_2O_5	—	—	—	1.40	1.76
P^H	5.40	11.00	1?.72	6.28	4.25

灰分中諸成分如下：

SiO_2	0.55	0.90	1.23	1.32	1.44
F_2O_3	0.06	0.26	0.63	0.28	0.50
CO_2	0.18	0.16	8.72	5.65	6.29
MgO	10.31	24.11	34.93	9.00	8.67
SO_3	2.01	4.79	13.37	3.00	6.03
K_2O	0.11	0.22	0.19	0.24	0.13
Na_2O	0.13	0.21	0.30	0.42	0.38
P_2O_5	0.27	0.59	0.90	4.67	5.29

上表中灰分，A 最少，C 最多。又灰分諸成分中，SiO_2、Fe_2O_3 任何調製物都少，Ca 在 A、B 皆無，然 C、D、E 就中於 C 爲多量者，是因消石灰處理多生成不溶性石灰鹽，Mg 爲 C (34.93%) 最高，B 次之，灰分諸成分中其量最多者，任何調製物皆同，K、Na 其量少，P_2O_5 在 A、B、C 可謂殆無，然於 D、E 有多量者，因爲燐礦粉之混合，是當然之結果。

次就全硫黃之量觀之，燐礦粉處理之 D、E 多，B 最少，氮氣是 0.36 0.58 都在 1 %以下者，各各相差極少，是因氨氣水處理之氨化反應，可謂無進行。碳在 B 之 39.15% 最多，C 之 24.60% 最少，有機物大概與碳含量示有比例的關係，即是 A 之 83.89% 最多，C 之 28.45% 最少。乙醇抽出物是 E 之 50.50% 最高，A 之 50.05%次之，D 之 17.71% 復次之，(2)、(3) 殆無。

pH在 A、D、E 皆示酸性反應，B、C 各是 11.0、10.0，現示鹽基性者，因爲 NH_4OH 或 $Ca(OH)_2$ 等之鹽基性物質之處理所致，水溶性 P_2O_5 僅多存在於 D、E 已如前述，是因燐礦粉處理所致，最后對於不溶解分之量，照上記之結果，C 約有 70%，上記調製物中最難溶於水，然 A 有 1 % 强，殆全部溶解於水，其他在其中間。

第二節　吸濕試驗及其結果

The hygroscopisity of the products.

於前節已詳述就其調製物之一般性質及水分，然在本節就其吸濕性調查所得之結果，示之如下：原來肥料之價值，應以化學的性質及肥効之程度而決定者，然在他面爲一種之商品取扱上，並施用上之難易，亦決定其價值之一重要因素。而其取扱上及施用上之難易，普通受肥料之物理的性質之支配機會多，此物理的性質之中最爲重要者是吸濕性，如臺灣多雨濕，不可不十分考慮的。蓋肥料爲潮解性，則其貯藏、運搬、撒布等諸點能招不利，而降低其商品價值，且其程度過多，於其化學的性質及肥効，具備有任何優秀之素質，亦不能使用，在於實際上爲肥料之價值皆無故也。

照以上之理由關於上記五種類之調製物，應把其吸濕程度和硫安比較檢討。

1. 實驗方法並實驗裝置

把各處理調製物采取於秤量瓶，靜置於各相對濕度之乾燥器中，浸在現示一定溫度之恒溫槽（在本實驗用 30 C）中，約一週後取出秤量瓶，在 110 C 乾燥器中，趕出水分而得乾燥物量，

再計算對乾燥物量之水分量之比率（%），以此比較吸濕程度，比較濕度，則用 70%, 80%, 90% 等三種。

(a) 於 30°C 相對濕度現示 70%, 80%, 90% 的硫酸水溶液之調製。而各濃度硫酸水溶液在 30°C 之飽和水蒸氣壓如下表：

第 132 表

Table 132. Relation between the satunated vapour pressure and the concentration of the sulfuric acid solution at 30°C.

區　　　別	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硫酸濃度 (%)	84.48	73.13	64.47	57.65	52.13	43.75	37.69	33.10	24.26
蒸氣壓 (mm.)	0.225	1.490	4.061	7.014	10.684	15.635	19.594	22.154	26.117

又於 30°C 水之飽和水蒸氣壓是 31.834mm.，於是各濃度硫酸水溶液之相對濕度可由計算求得，結果如下：

第 133 表

Table 133. Relation between the relative moisture and the concentration of the sulfuric acid solution at 30°C.

區　　　別	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硫酸濃度 (%)	84.48	73.13	64.47	57.65	52.13	43.75	37.69	33.10	24.26
相對濕度	0.70	4.68	12.75	22.03	33.56	49.11	61.55	69.54	82.04

將 133 表之關係以曲線表之，由此求其對應 70%、80%、90% 的相對濕度之硫酸濃度，各是 33%、26%、13.5%，但對於相對濕度 90%之硫酸濃度不能由曲線直接求出，故適用補內法而求出，而就 33%、26%、13.5% 之硫酸溶液，置於試驗用之乾燥器內，而後開始實驗。

2. 實驗之結果

示之如 134 表：

第 134 表

Table 134. Degree of the hygroscopisity of the products.

試料 / 相對濕度 (%)	A	B	C	D	E	三井硫安
70	48.48	28.25	16.07	45.00	41.48	0.07
80	69.30	38.95	18.23	64.03	61.52	2.63
90	97.58	56.71	22.18	93.21	74.50	26.45

按上述之結果，各相對濕度皆以 A 之時最高，D 次之， E、B、C 依次而降低，而硫銨最少。此等之中，B、C 比 A、D、E 吸濕量較少者，是因添加氨或水酸化鈣等所生成之酸化苦土及石灰等的溶解度較少所致共； D、E 比 A 其濕性程度較低者，是因廢液和燐礦粉之反應，生成吸濕程度極少之燐酸鹽及由吸濕性較少之燐礦粉混入被覆粒于表面所致。

第四章 各種處理物之肥料的考察

Chapter iv. Discussion on the manurial value of the products.

上述處理調製物之有肥料價值，可於第二篇之結果推定之，但為安全起見，茲再檢討之。先就含有要素之點觀之，全般的含有相當之量者是灰分、有機物、炭素、Mg 及 S 等，又 C、D、E 另外有 Ca，D、E 再另外有相當之 P_2O_5 量。此等皆做肥料要素有效用者既如上述，故因此成分之多少，肥料的價值能被影響。因此從其含有有效成分之具備及含量之點論之，則上記調製物之肥料價值，確有存在，而其大小似照 E.D.A.C.B 之順位。

更就其性狀判斷其肥料價值，B、C 最呈鹽基性反應，且較A、D、E. 極為難溶解性，故其肥料價值亦甚劣於 A、D、E，然其取扱及施用上吸濕性較低者，反似有勝之感，但在 B、C 吸濕性之降低是由於氨及氫氧化石灰之添加，其與有機物共沈之氫氧化鎂及鈣等之鹽基性物質之溶解度降低所致，故其吸濕性之降低，實際上之價值極少。如以上記調製物由有效成分性及性狀之双方論之，則肥料價值之大者，是由燐礦粉處理所得之 D、E 兩調製物，就中 E 是最優秀之調製物。然肥料價值之最後的決定，是由肥效之程度而定。故以上述推論，簡直結論者或失正當，然如在第二篇所述示有相當優秀肥效之廢液混合燐礦粉之調製物 D、E 在其肥效，不會有降低，要之是施用量之問題，亦由廢液之時而施之，則有與廢液同樣的效果。又由含燐礦粉之點論之，則可期待如上之肥效。但在 D、E 尚保有相當之吸濕性，在肥用上及取扱上稍有不便，與 A 相同。然此問題再施特別之防濕法或因 E 比 D 較低吸濕性之故，將廢液加以强度之氧化劑，氧化時則可能期待吸濕性較低的調製物。

總之尚有要改良之點，但對上記調製物中 D、E，就中 E 含有水溶性 P_2O_5 之點，又對其他之成分性狀之點論之，在於此時是最理想的廢液固形肥料。

第五章 結　　論

Chapter v. Summary

廢液以化學處理，使其固體化，便於運搬，而在製造比較含有多量有效成分之目的下，作如本研究，得如下之結果：

1. 把廢液以化學處理，按下述五處理法，欲滿足其目的，實行預備實驗檢討，而決定其最適調製法。

(A) 蒸發乾固法，(B) NH_4OH 水之沉降法，(C) $Ca(OH)_2$ 水之沉降法，(D) 燐礦粉處

理蒸發乾固法，(E) 以過氧化氫把廢液氧化後以燐礦粉處理而蒸發乾固法。

2. 以上五種處理物之中 D、E 是特別之嘗試，皆由此處理能變不溶性燐酸爲可溶性燐酸。

當此處理調製時儘量找出使水溶性 P_2O_5 增加之條件，檢討廢液與燐礦粉量的比率、處理温度、處理時間及處理方式等之條件。

3. D.E 調製物中之有效燐酸各是 1.40%、1.76%，又對全 P_2O_5 之水溶性 P_2O_5 之量各是 30%、39%~40%，而對廢液一定量之燐礦粉添加量適當減少則最高可得 78% 以上之結果。

4. 次定量如此調製物的水分灰分及其他諸成分，全 S、H、C、乙醇抽出物，P_2O_5 等及調査其 P^H 溶解度，可知如上記調製物都富含有機物、S、Mg 等成分；就中 C、D、E 多含有 Ca，D、E、更含有水溶性 P_2O_5。

5. 調査其吸濕程度，知C 最少，其他比較三井硫安多有吸濕性，以 B、E、D、A 之序而增大。

6. 要之上記調製物之肥料價値之大小，似略從 E、D、A、C、B 之序而降低，就中 E 可謂最理想的調製物。

總　結　論

Results

著者依照亞硫酸鎂法之紙漿廢液就其理化性質及組成檢討之，廢液 100cc. 之全固形分 10.498 克之中，8.727 克 (約 80%) 者大部分是由 Lignin. Sulfonic acid 所成之有機物，殘餘約近 20% 之無機物 1.771 克中，Mgo 之 1.0378 克最多，SO_3 的 0.5363 克次之，SiO_2 (0.0631克) CaO (0.0592克) 依次而減，而 N，P_2O_5、K_2O，Fe_2O_3、Na_2O 等雖含少量，亦明含有。又上記諸成分都是植生上不可缺之物，就中構成有機物主體之 Lignin 化合物者，在土性改良上確認爲最重要的腐植母體，又鎂、珪酸等是植物生育上最重要的營養素，此皆世人所共知。

只有 Lignin sulfonic acid 者，其還元性對於植物生育怕有不良之影響，但適當稀釋時，能除去有害作用，則本廢液對於植物之肥料的效果，當有期待之理。著者在此見解之下，使發揮本廢液之良好影響，除去該害作用，以如何之使用法爲適當，就水稻及其他重要作物詳細檢討，以決定本廢液使用之適當條件，在此條件之下，確認本廢液確有良好之肥料效果。玆摘述其重要事項如下：

1. 對於水稻的生育及其收量，廢液之施用效果，極爲顯著，就中可增收穀實者照盆栽與田間兩試驗之結果，經已明白，其最適施用量是對 5kg 之土壤用作追肥之時是 40-80cc.，又作基肥時是 8-20cc. (即追肥時甲當 24~48L.，基肥時甲當 4.8~12L.。

2. 對於陸稻的生育及其收量之廢液追肥施用效果極著，就中可增收穀實最顯著，而以土壤 2kg 廢液 10~30cc. 之時最爲適量。

3. 對於小麥的生育及收量之廢液追肥施用，明知有效，然其程度不同，其最適施用量對土壤 15kg 廢液是 40～80cc.。

4. 對亞麻的生育及收量確認廢液施用之效果，對土壤15kg基肥追肥都是8～20cc.時爲適量。

5. 對上記各作物之生育及其收量施用廢液有效者，除因廢液含有有機物、矽酸、硫黃、窒素，燐酸，鉀，及鎂等之有效成分所致外，其因廢液施用而土壤中的養分吸收係數及 N/5 鹽酸可溶分等之增加，亦爲其一因。

6. 廢液之施用效果不關堆肥之有無，現示同一程度。

7. 在上記程度之廢液施用量，其殘效甚著。

8. 對於廢液施用土壤理學的性質影響，全般觀之，雖可忽視，然在土壤化學的性質稍有變化。

因廢液之施用，置換性鹽基之量，就中 Mg 鹽基飽和度、鹽酸可溶成分，尤其是如 CaO、MgO, K_2O_5, SO_3 等之量，養分吸收係數，N/5 鹽酸可溶成分 (K_2O, P_2O_5, CaO) 等有增加，置換性氫及加水酸度則反有減少，然對土壤反應之影響極少。

9. 土壤之石灰率照此程度之廢液施用量，雖多少有上昇，然此程度在水稻生育上無何有害作用，因該程度之廢液施用量而引起石灰率之上昇，在實際農業上輕視之亦可。

10. 廢液施用對於水稻之化學的組成的影響可謂其程度極少，然物理性質中之穀實充實度之提高極爲顯著。

11. 水稻葉部之葉綠素含量及糙米中維他命乙含量，在此程度之廢液施用量，都不能認出有特殊的影響。

12. 廢液施用對于小麥之碳與氮之含量，碳率並穀實之粗蛋白量等之影響，在此程度之施用量之下極少。

13. 廢液施用對于亞麻之碳與氮之含量，並碳率等之影響殆不顯著，但莖部之粗纖維含量稍有提高。

14. 廢液之基肥的施用比追肥的施用，在作物生育上及增收上效果較少者，大部分是根據廢液之還元性的有害作用所致，防止之法，作基肥使用而檢討結果已實證應在種植約一星期前施用。

15. 如以上分作數編所論，當廢液施用，若照著者報告，注意行之，對於著者所用作供試作物之水稻、陸稻、小麥、亞麻以外之其他作物，亦可呈現有效之效果。

16. 廢液是液狀，故其取扱上甚爲不便，若能不損減其肥效，使其固體化，則極便利，因此檢討其法，而著者試作之範圍內是混入燐礦粉爲固形化之最良方法。

總之，廢液施用適當，則其肥料的效果極爲顯著。而蔗漿蒸煎液原料的鎂化合物從來仰給於東北，最近有良質鎂原料的白雲石，在本省東部花蓮港鳳林群附近，可能產生多量，故蒸煎液之原料，在本省可能達到自給自足之狀態，用亞硫酸鎂法的本省之蔗漿製造工業，可豫期有將來性，所以廢液對農業利用亦可知爲有將來性。

以上是著者用亞硫酸鎂法的蔗漿廢液之多年的研究報告，現在肥料不足，如對糧食增產上能够得有多少貢献，則著者之幸不逾於此。

參 考 文 獻

1) 三浦伊八郎，西田屹二著 木材化學 274. 492. 民國 22 年
2) 大野一月 製糖化學彙報 6, No. 1. 民國 27 年
3) 田中芳雄，喜多源逸著 有機製造化學（中卷）278. 民國 20 年
4) Frank. Hofmann Papierfabrikation. 11, 1597 (1897).
5) Ahrens, F. B. Z. Angew. Chem. 41 (1895).
6) Oppermanns. Papier. Ztg. 14, 1517. 1735 (1889).
7) Behrend, M. P. Z. 3. 1. (1906).
8) Wichelhaus. Chem. Ind. 18, 51. (1895).
9) Drewsen. D. R. P. 67889, Berl. 26, Ref. 558 (1893).
10) Liesenberg. Papier. Ztg. 13, 67. (888).
11) Trainer, E. Z. Angew. Chem. 21, 1195 (1908).
12) Stone. Amer. Pat. 683350, (1902).
13) Robeson. J. Soc. Chem. Ind. 28, 1052 (1909).
14) Klason, p. P. F. 25-627, 671, No 1, 796 (1909).
15) Kumpf. Miller. Verein der Zellstoff u. Papier Chemiker Haupt Versammlung, 15, (1910).
16) 中村恒 工業化學雜誌 15, 51. (1912).
17) Hilpert R. S. and H. Meybier. Ber. 71B, 1962 (1938); C. A. 33, 854. (1939).
18) Popov, Iv. D. Z. Tierernahr, Futter Mittell. I, 245, (1938); C. A. 33, 3145 (1939).
19) Wiechert, K. Paper Fabr. 37, Tech-Wiss. TI. 17. (1939); C. A. 33, 3146 (1939).
20) Campiell, Wm. C. u. S. W. Biochem J. 32, 2138 (1938); C. A. 33, 3147 (1939).
21) Harris, E. E. and R. L. Mitchell. I. E. C. Anal. 11, 153 (1939); C. A. 33, 3584 (1939).
22) Kürschner, K. and K. W. Berger. Paper-Fabr. 37, Tech-Wiss. TI. 285. (1939); C. A. 33, 3986 (1939).
23) Norman, A. G. Biehem. J. 31, 1567, (1937; C. A. 32, 144 (1938).
24) Phillips, M. and M. J. Goss. J. Assoc. Official Agr. Chem. 21, 140 (1938); C. A. 32, 3145 (1938).
25) Benpstsson, N. Ann. 5, 61, (1938), C. A. 32, 5204 (1938).
26) Ender, W. and O. Uebel. Cellulose Chem. 17, 102 (1936); C. A. 31, 2419 (1937).
27) Nielsen, S. S. and A. Opperud. Kgl. Norske. Videnshab. Selskab. Forh. 2, No. 5 16 (1935); C. A. 2419 (1937).
28) Nielsen, S. S. Papier J. 24, 67, (1936); C A. 31, 4810 (1937).
29) Cohen, W. E. and E. E. Harris. I. E. C. Anal. 9, 234 (1937); C. A. 31, 4811 (1937).
30) Klason, P. Svensk. Kem. Tids. 47, 298 (1935); C. A. 30, 2370 (1936).
31) Goss, M. J. and M. Phillips. J. Assoc. Official Agr. Chem. 19, 341 (1936); C. A. 30, 5030 (1936).
32) Phillips, M. and M. J. Goss. J. Assoc. Official Agr. 19, 350 (1936); C. A. 30, 5030 (1936).
33) Schikh, O. V. Angew. Chem. 49, 302 (1936); C. A. 30, 5409 (1936).

34) Schikh. O. V. Svensk Pappers. Tid. 39, 276 (1936); C. A. 30, 8605 (1936).

35) Hilperet, R. S. and E. Littmann. Ber. 68 B, 16 (1935); C. A. 29, 2352 (1935).

36) Norman, A. G. and S. H. Jenkins. Biochem. J. 28, 2147 (1934); C. A. 29, 2739 (1935).

37) Norman, A. G. and S. H. Jenkins. Biochem. J. 28, 2160 (1934); C. A. 29, 2739 (1935).

38) Klatt, W. Angew. Chem. 48, 112 (1935); C. A. 29, 2739 (1935).

39) Komarov, F. P. Bumazhuaya Prom, 13, 32 (1934); C. A. 29. 3827(1935).

40) Harris, E. E., E. C. J. Am. Chem. Soe. 56, 889 (1934); C. A. 28, 3231 (1934).

41) Pringsheim, H. Biochm. Z. 217, (1930), C. A. 24, 1933 (1930).

42) Ross, T. H. and J. G. Potter. Research Notes 2, 49 (1939) Pulp Paper mag, Can. 29, 569 (1930), C. A. 24, 5481 (1930).

43) Ross, T. H. and A. C. Hill. Pulp paper. Mag. Can. 27, 541 (1929), C. A. 23, 4063 (1929).

44) Paloheims, L. Biochem. Z. 165, 463 (1925), C. A. 20, 2533 (1926).

45) Billingtov, P. S, F. A. Simmonds and P. K. Baird. Paper Trade J. 96, 30 (1933).

46) Lewis, H. F., W. E. Koonce and G. H. Young. Paper Trade. J. 96, 32 (1933).

47) Wise, L. E. and A. M. Faüborther. I. E. C. Anal. 3, 253 (1931).

48) Phillips, M. J. Assoc. Official Agr. Chem. 21, 356 (1938).

49) Jrendenberg, K. Ber. 62, 1814 (1929).

50) Phillips, M. J. Am. Chem. Soc. 52, 793 (1930).

51) Fuch, W. and O. Horn. Ber. 61, 2197 (1928).

52) Phillips. M. J. Am. Chem. Soc. Soc. 49, 2037 (1927).

53) Powell, W. J. und Whittaker. J. Chem. Soc. 125, 357 (1924).

54) Klason, P. Ber. 53, 1864 (1920).

55) Cross, F. und E. J. Beven. Researches on Cellulose. III. 104 (1912). London.

56) Fuchs, W. Die Chemie des nigains. 47, 73 (1926). Berlin.

57) Kurschner, K. Zur Chemie der Lignin-korper. 34 (1925). Stuttgart.

58) Kalb, D. und Th Lieser. Ber. 61, 1007 (1928).

59) Schwalbe, C. E. und E. Becker. Z. Angew. Chem. 33, 14 (1920).

60) Pitter, G. J. und L. C. Fleck. J. Ind. Eng. Chem. 15, 1055 (1923), 18, 576, 608 (1926).

61) Ritter, G. J. J. Ind. Eng. Chem. 17, 1194 (1925).

62) Peterson, C. J. und R. M. Hixon. J. Ind. Eng. Chem. Anal. 1, 65 (1929).

63) Valenznela, A. und A. P. West. Phillipin J. Sci 275 (1929), J. Soc. Chem. Ind. 49. 362 (1930).

64) Kumagaya, H. und K. Shimomula. Z. Angew. Chem. 36, 414 (1923).

65) Waksman, S. A und K. R. Stevens. J. Ind. Eug. Chem. Anal. 2, 167 (1930).

66) Dadswell, H. E. und L. E. Eawley. J. Ind. Chem. 21, 973 (1929).

67) Schwalbe, C. G. und E. Becker. Z. Angew. Chem. 32, 229 (1919).

68) Ritter, G. J. and L. C. Fleck. J. Ind. Eng. Chem. 14, 1051 (1922)

69) Kong, J. und E. Becker. Z. Angew. Chem. 32, 155 (1919).

70) Dore, W. H. J. Ind. Chem. 11, 556 (1919), 12, 477 (1920).
71) 上田、杉本 工業化學雜誌 30, 145 民國 16 年.
72) 山本 纖維素工業 4, 53 (民 17).
73) 生明 〃 2, 105 (民 15).
74) 辻 林學會雜誌 10, 26, (民 16,) 林業試驗場報告. 28, 95(民19)
75) 小澤 東京工業試驗所報告，第 19 回 (民 13).
76) 上田、村山 纖維素工業 1, 260 (民 14).
77) 厚木、久保 工業化學雜誌 30, 229 (民 16).
78) 上田、三橋 纖維素工業 5, 98 (民 18).
79) 上田、森田 〃 4, 233 (民 17).
80) 辻 林學雜誌 9, 6 (民 16) 林業試驗所報告. 27, 83 (民 16)
81) 吉田、上田 纖維素工業 3, 297. (民 16).
82) 上田、山田 〃 2, 273 (民 15).
83) 上田、莊司 〃 7, 16 (民 20).
84) 篠田 〃 6, 155, 205 (民 19).
85) 增田 〃 3, 32 (民 16).
86) 生明、仙 〃 1, 157 (民 14).
87) 西田、若宮 〃 3, 177 (民 16).
88) 上田、笠間、木村 〃 4, 95 (民 17).
89) 小栗、奈良 工業化學雜誌 33, 691 (民 19).
90) Friedman, L. C. R. Mccnlly. Paper. Trade, J. 107, 28 (1938), C. A. 33, 4020 (1939).
91) Brauns, F. E. J. Am. Chem. Soc. 61, 2120 (1939). C. A. 33, 7559 (1939).
92) Maekin, L. S. and O. Maass. Can. J. Ressearch. 7, 451 (1932), C. A. 27, 596 (1933).
93) Marion, L. Can. J. Research. 6, 521 (1932), C. A. 26, 4947 (1932).
94) Harlow, W. H. H. and L. E. Wise. I. E. C. anal. 3, 254 (1931), C. A. 25, 470 (1931).
95) Schwalbe, C. G. and A. Ekenstam. Cellulose Chem. 8, 13 (1927), C. A. 22, 1236 (1928).
96) Paschke, F. Z. Angew. Chem. 34, 465 (1921), C. A. 16, 644 (1922).
97) Emery, O. Lavoro Poligrafieo No. s-9. 5 (1938), C. A. 33, 3584 (1939).
98) Nikitin, N. I. and I. M. Orlova, Ber. 69B, 2434 (1936), C. A. 33, 1199 (1937).
99) Fuchs, W. Ber. 62B, 2125 (1929), C. A. 24, 236 (1930).
100) Kürschner, K. Cellulose Chem. 12, 281 (1931), C. A. 26, 3103 (1932).
101) Freudenberg, K. Papier-Faber. 30, Tech-wiss Tl. 189 (1932); C. A. 26, 3917 (1932).
102) Hibbert, H. Research. No. Tes. 3, 37 (1930), Pulp Papers mag. can. 31, 326, (1931); C. A. 25, 2283 (1931).
103) Marcusson, J. Z. Angew. Chem. 39, 898 (1926); C. A. 20, 3348 (1926).
104) Fischer, F. and H. Tropsh. Ber. 56B, 2418 (1923); C. A. 18, 1387 (1924).
105) 上田 電氣化學 第 7 卷 第 7 號 14 (民 28).
106) Payen, A. Comp. Rend. 7, 1052, 1125 (1838), 8, 169 (1839), 9, 149 (1840).
107) Konig, J. und E. Rump. Z. Nahr. Genussmit. 28, 177 (1914).

108) Wislicenns, n. Z. Chem. Ind. Kolloid. **6**, 17, 87 (1910), Cellulose Chem. **6**, 45 (1925), Z. Angew. Chem. **41**, 1312 (1928).
109) Erdmann, E. Ann. **138**, 1 (1866), 139, 223 (1867).
110) Lange, G. Z. Phisiol. Chem. **14**, 15, 283 (1889).
111) Hoype-Seyler, F. Z. Phisiol. Chem. **13**, 84 (1884).
112) Grafe, V. Monath. Chem. **25**, 987 (1904).
113) Sacchse, C. F. Die Chemie U. Phisiologie der Farbstoffe 151 (1877), Leipzig.
114) Cross, C. F. u. E. J. Bevan. Cellulose. 178 (1918).
115) Green, A. G. Z. Chem. Ind. Kolloid. **6**, 17 (1916).
116) Klason, P. Ber. **55**, 455 (1922).
117) Euler, A. C. von. Cellulose Chem. **2**, 128 (1921), **3**, 1 (1922).
118) Passow, B. und A. Zschenderlein. Z. Angew. Chem. **34**, 204 (1921).
119) Oden, S. Svensk. Kem. Tids. **38**, 122 (1926).
120) Johas, K. G. Z. Angew. Chem. **34**, 290 (1921).
121) Schraxth, W. Z. Angew. Chem. **36**, 15 (1923).
122) Fuchs, W. Die Chemie des Lignins. 234, 276 (1926).
123) Strup, E. Cellulose Chem. **7**, **6**, (1926).
124) Cramer, A. B., M. J. Huntsr and Hibbert. J. Am. Chem. Soc. **60**, 2813-5 (1938).
125) Hillert, H. Can. J. Research. **16**, B 69 (1938); C. A. **32**, 5622 (1938).
126) Brauns, F. and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. **55**, 4720 (1933).
127) Klason, P. Svensk. Pappero-Tidn. **35**, 717 (1932), **36**, 47 (1933); C. A. **27**, 1933 (1933).
128) Brauns, F. and H. Hibbert. Pulp paper. Cax. **34**, 187 (1933); C. A. **27**, 2803 (1933).
129) Klason, P. Svensk. Pappers. Tid. **34**, 543 (1931); C. A. **26**, 1773 (1932).
130) 上代 工業化學雜誌 **43**, No. 504, 144 (民 29)
131) Klason, P. Ber. **53**, 1864 (1920), **55**, 448 (1922). **58**, 375, 1761 (1925), **61**, 171, 614 (1928), **62**, 635-2533 (1929), **63**, 792, 912, 1548, 1931, 1983 (1930), **64**, 2733 (1931).
132) Schranth, W. Z. Angew. Chem. **36**, 149 (1923).
133) Schranth, W. und K. Qausebarth. Ber. **57**, 854 (1924).
134) Marcuson, J. Ber. **58**, 87 (1925).
135) Schmiclt, E. Ber. **56**, 25 (1923).
136) Holmberg, B. Ber. **54**, 2389 (1921).
137) Holmberg, B. und M. Sjoterg. Ber. **54**, 2406 (1921).
138) Fischer, F. Ber. **56**, 2418 (1923).
139) Hensa, E. A. Winssold. Ber. **56**, 902 (1923).
140) Sherrard, E. C. u. E. F Kustt. J. Ind. Eng. Chem. **20**, 722 (1923).
141) Freudenberg, K., W. Belz. und C. Niemann. Ber. **62**, 1554 (1929).
142) Freuden berg, K. und N. Durr. Ber. **63**, 2713 (1930).

143) Ritter, G. J. J. Ind. Eng. Chem. 15, 1264 (1923).
144) Falck, R. and W Coordt. Ber. 61B, 2101 (1928).
145) Cross, C. F. and E. F Bevan. Cellulose. 19 (1903).
146) Schorger, A. W. J. Ind. E. C. 9, 560 (1917).
147) Sarkar, P B. Sci. and Culture 1, 60 (1935).
148) Heuser, E. und W Ackermann. Cellulose Chem. 5, 13 (1924).
149) Feudenberg, K. und H. Hess. Ann. 448, 121 (1926). Cellulose Chem. 7, 135 (1928).
150) Cross, Wm. E. Ber. 43, 1526 (1910).
151) Holmberg, B. und T Winzel. Ber. 54, 2417 (1921).
152) Holmberg, B. Ber. 54, 2389 (1921).
153) Stadnikow, G. und A. Baryschewa. Brenn. Chem. 11, 169 (1930).
154) Powell, W. J. und H. Whittscker. I. Chem. Soc. 127, 132 (1925). Cellulose Chem. 6 95 (1925).
155) Hagglund, E., T. Thnsvn and J. H. Jrygy. Cellulose Chem. 11, 30 (1930).
156) Hartig. Tharandter Jahrb. f. Forsterei. 1, 263 (1881).
157) Kubel. J. Prakt. Chem. 97, 243 (1865).
158) Hartig u. Kubel. Z. f. Chem. 339 (1866).
159) Tiemann, F. und Haarmann. Ber. 7, 606 (1874), 8, 1127 (1875). 9, 410 (1876), 11, 667 (1878).
160) Klason, P Ber. 53, 705, 1362, 1864 (1920).
161) Hagglund, E. Cellulose Chem. 6, 29 (1925).
162) Mottet, A. L. Pacific Pulp and Paper. Ind. 13, No. 10. 22 (1939), C. A. 34, 3079 (1940).
163) Friese, H. and Glassner. Ber. 70B, 1059, 1473, 1986 (1937).
164) Hagglund, E. and G. E. Carlsson. Biochem. Z. 257, 467 (1933), C. A. 27, 1933 (1933).
165) Hagglund, E. and Torsten Johnson. Biochem. Z. 202, 439 (1928), C. A. 23, 972 (1929).
166) Heuser, E. and S. Samuelsen. Cellulose Chem. 3, 78 (1922); C. A. 16, 3754 (1922).
167) Staudinger, H. and E. Preher. Ber. 69B, 1729 (1936), C. A. 30, 6557 (1936).
168) Jahn, E. C. I. E. C. News. 25, No. 22, 993 (1940).
169) Harris, E. E. I. E. C. 32, 1049 (1940).
170) Payne, J. H., E. Fukunaga and R. Kojima. J. Am. Chem. Soc. 59, 1210 (1937).
171) Harris, E. E. J. Am. Chem. Soc. 58, 894 (1936).
172) Sherrard, E. C. and E. E. Harris. I. E. C. 24, 103 (1932).
173) Hibbert, H. and H. J. Rowley. Can J. Research. 2, 357 (1930).
174) Sankey, C. A. and H. Hibbert. Can. J. Research. 5, 1 (1931).
175) Hibbert, H. and L. Marison. Can. J. Research. 5, 302 (1931).
176) Mackinney, W. and H. Hibbert. Can. J. Research. 14B, 55 (1936).
177) Compton, J., M. Greig. and H. Hibbert. Can. J. Research 14B, 115 (1936).
178) King, E. E. and Hibbert. Can. Research. 14B, 12 (1936).
179) Marshall, H. B., F. Brauns and H. Hibbert. Can. J. Research. 13B, 103 (1935).

180) King, E.G. F. Brauns and Hibbert. Can. J. Research. 13B, 88 (1935).
181) Brauns. F. and H. Hibbert. Can. J. Research. 13B, 78 (1935).
182) Buckland, I.K., B. Brauns and H. Hibbert. Can. J. Research. 13B, 61 (1935).
183) Compton, J. and H. Hibbert. Can. J. Research. 15B, 38 (1937).
184) Moore, R.G.D. and H. Hibbert. Can. J. Research. 14B, 404 (1936).
185) Wright, G.F. and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 59, 125 (1937).
186) Moore, R.G.D., G.F. Wright. and H. Hibbert. Can. J. Research. 15B, 532 (1937).
187) Brickmon, L., J.J. Pyle, J. L. Mccarthy and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 61, 868 (1939).
188) Dorland, R.M., W.L. Hawkins and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 61, 2698 (1939).
189) Cramer, A.B. and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 61, 2204 (1939).
190) Pyle, J.J., L. Briekman and H. H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 61, 2198 (1939).
191) Hunter, M.J. and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 61, 2190, 2196 (1939)
192) Steeves, W.H. and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 61, 2194 (1939).
193) Lioff, M., G.F. Wright and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 61, 865, 1477 (1939).
194) Hibbert. H. J. Am. Chem. Soc. 61, 725 (1939).
195) Cramer, A.B., M J. Hunter and H. Hibbert. J. Am. Chem. Coc. 61, 509 (1939).
196) Hunter, M.J., A.B. Cramer and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 61, 516 (1939).
197) Hawkins, W.L., G.F. Wright and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 59, 2447-8 (1937).
198) Buckland, I.K., G.H. Tomlinson and H. Hibbert. Can. J. Research. 16B, 54-6 (1938). C.A. 32, 5622 (1938).
199) Leger, F. and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 60, 3,565 (1938).
200) Tomlinron, G.H. and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 58, 340 (1936).
201) Tomlinson, G.H. and HH ibbert. J. Am. Chem. Soc. 58, 345 (1936).
202) Tomlinson, G.H. and Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 58, 348 (1936).
203) Plinguian, M. and H. Hibbert. J. Am. Chem. Soc. 57, 528 (1935).
204) Brauns, F.E. Paper. Trade. J. 103, 42 (1936), Pulp Paper. Mag. Can. 37, 569 (1936).
205) Wedekind. E. O. Eugel., K. Starch and L. Tauber. Cellulose Chem. 12, 163 (1931).
206) Bailey, A.J. Trade. J. 110, 29 (1940); C.A. 34, 2589 (1940).
207) Harris, E.E. and H. Adkins. Trade J. 107, 38 (1939), C.A. 33, 854 (1939).
208) Freudenberg, K. and H. Fr. Muller. Ber. 71B, 2500-4 (1938); C.A. 33,
209) KÜrchner, K. Papier-Fabr. 36, Teeh. Wiss. Tl. 446-8 (1936); C.A. 33, 1927 (1939).
210) Müller, O. and Ks Storeh. Ber. 72B, 73-6 (1939); C.A. 33, 2330 (1938).

211) Kalb, L., F. Plessmann and H. Lorenz. — Paper-Far. 36 Tech Wiss. Tl. 453-7 (1938); C.A. 33, 2331 (1939).
212) Peniston, Q.P., J.L. Mccarthy and H. Hibbert. — J. Am. Chem. Soc. 61, 530 (1939); C.A. 33, 2331 (1939).
213) Ahlm. C.E. and F.E. Brauns. — J. Am. Chem. Soc. 61, 277 (1939); C.A. 33, 2705 (1939).
214) Freudenberg, K. — Paper-Fabr. 37, Tech Wiso. Tl. 28 (1938); C.A. 33, 3143 (1939).
215) Wacsh, A.V. — Holz. Roh. Werkstoff. 1, 543 (1938); C.A. 33, 3144 (1939).
216) Freudenberg, K. u. S.W. — Ber. 72, B 217 (1939); C.A. 33, 3144 (1939).
217) Brauno, F.B. — Paper. Trade. J. 108, Nol. 42 (1939); C.A. 33, 4021 (1939).
218) Freudenberg, K. and R. Keller. — Ber. 72B, 331 (1939); C.A. 33, 4021 (1939).
219) Odintsov, P.N. — Chem. Zentr. 1, 899 (1938); C.A. 33, 7560 (1939).
220) Mullcr, O.A. — Paper-Fabr. 37, Ten Wiss. Tl. 184 (1939); C.A. 33, 8009 (1939).
221) Lieser. Th. and V. Schwind. — Ann. 532, 104 (1937); C.A. 32, 350 (1938).
222) Phillips, M. — J. Assoc. Official Agr. Chem, 21, 145 (1938); C.A. 32. 3145 (1938).
223) Wedekind, E. — Paper-Fabr. 35, 141 (1937); C.A. 32 3145 (1938).
224) Waksman, S.A. an T.C. Cordon. — Soil Sci. 45, 199 (1938).
225) Friese, H. — Ber. 71B 1303 (1938); C.A. 32, 7721 (1938).
226) Friese, H. and H. Ademeit. — Ber. 71B, 1307 (1938); C.A. 32, 7721 (1938).
227) Phillips, M. — J. Biol. Chem. 125, 341 (1938); C.A. 32, 8770 (1938).
228) Bridger, G.L. — I. E. C. 30, 1174 (1938); C.A. 32 9484 (1938).
229) Simmonds, F.A. and C.E. Curran. — Paper-Trade. J. 107, No. 10. 32 (1938); C.A. 32, 9484 (1938).
230) Hagglund, E. — Svensk-Papers-Tid. 39, 347 (1936); C.A. 31, 1198 (1937).
231) Nikitin, N.I., N. Avidon and I.M. Orlova. — Ber. 69B, 2439 (1936); C.A. 31, 1200 (1937).
232) Wedekind, E. — Ber. 69B. 2521 (1936); C.A. 31 1607 (1937).
233) Hagglund, E. — Zellstoff u. Papier. 16, 570 (1936); C.A. 31, 2418 (1937).
234) Kursckner, K. — Svensk Papers. Tid. 39, 341 (1936); C.A. 31, 2418 (1937).
235) Zherebov, L.P. — Bumazhnaya Prom. 15, 27 (1936); C.A 31, 2418 (1937).
236) Schwalbe, C.G. — Cellulose Chem. 17, 113 (1936); C.A. 31, 2418 (1937).
237) Sarkar, P.B. — Sci and Culture. 2, 411 (1937); C.A. 31, 5157 (1937).
238) Hilpert, R.S. and Quansut Woo. — Ber. 70B, 413 (1937); C.A. 31, 411 (1937).
239) Kurschner, K. — Papier-Fabr. 35, Tech. Tl. 101 (1937); C.A. 31, 5157 (1937).
240) Sarkar, P.B. — Sci and Culture. 2, 485 (1937); C.A. 31, 5157 (1937).
241) Friese, H. and H. Furst. — Ber. 70B. 1463 (1937); C.A. 31, 6869 (1937).
242) Schmidt, V.E. — Chem. Zentr. II, 795 (1936), Papier-Fabr. 34, 161 (1936); C.A. 31, 8180 (1937).

243) Kurschner, K. Zellstoff-Faser. 32, 132 (1935); C.A. 30, 283 (1936).

244) Norman, A.C. and J.G. Shrikhande. Biochem. J. 29, 2259 (1935); C.A. 30, 1996 (1936).

245) Berg, G.A. and B. Holmberg. Svensk. Kem. Tido. 47, 257 (1935); C.A. 2370 (1936).

246) Wedekind, E. Zellstoff-Faser. 33, 14 (1936); C.A. 30, 2750 (1936).

247) Kurschner, K. Zellstoff-Faser. 33, 1 (1936); C.A. 30, 2751 (1936).

248) Fuchs, W.M. Paper. Trade. J. 102, 33 (1936); C.A. 30, 3633 (1936).

249) Glover, R.L. and J.W, Bain. Can. J. Research. 14B, 65 (1936); C.A. 30, 3634 (1936).

250) Ermolaeva, S.S. and M.I. Kogurova. Bumazhnoya. Prom. 14, 19 (1935). C.A. 30, 5030 (1936).

251) Waksman, S.A. and T.C. Cordon. J. Am. Chem. Soc. 58, 969 (1936); C.A. 30, 5408 (1936).

252) Freudenberg, K., A. Janson., E. Enopf., A. Haag and M. Meister. Ber. 69B, 1415 (1936); C.A. 30, 6192 (1936).

253) Wedekind, E. and O. Müller. Ber. 69B, 1517 (1936); C.A. 30, 6192 (1936).

254) Kürschner, K. Zellstoff. Faser. 33, 49 (1936); C.A. 30, 6557 (1936).

255) Nikitin, N.I. and I.M. Orlova. J. Applied Chem. (U.S.S.R.) 8, 1402 (1935); C.A. 30, 6557 (1936).

256) Nikitin, N.I. and T.I. Rudneva. J. Applied Chem. (U.S.S.R.) 8, 1176 (1935), C.A. 30, 6557 (1936).

257) Hilpert, R.S. and A. Bolling. Ber. 69B, 1593 (1936); C.A. 30, 6558 (1936).

258) Bailey, A.J. I.E.C. Anal. 8, 389 (1936); C.B. 30, 7843 (1936).

259) Odintzov, P. N. Leokhim. Prom. 5, 5 (1936); C.A. 8605 (1936).

260) Storch, K. Paper. Ind. 16, 480 (1934); C.A. 30, 8605 (1936).

261) Bailey, A.J. Paper. Ind. 16, 480 (1934); C.A. 29, 337 (1935).

262) Saechtling, H. and H. Zocher. Koll. Berhefte. 40, 413 (1934); C.A. 29, 1627 (1935).

263) Walde, A. Wm. Iowa. State Coll. J. Sci. 9, 205 (1934); C.A. 29, 5262 (1935).

264) Freudenberg, K., F. Sohns and A. Janson. Ann. 518, 62 (1935); C.A. 29, 6422 (1935).

265) Golova, O.P. and A.M. Katz. J. Applied. Chem. (U.S.S.R.) 8, 308 (1935); C.A. 6755 (1935).

266) Kursehner, K. Tech. Chem. Papier-Zellstoff-Faser. 31, 1 (1934); C.A. 29, 6755 (1935).

267) Euchs, W. Zellstoff-Faser. 32, 86 (1835); C.A. 29, 6755 (1935).

268) Kurschner, K. Zellstoff-Faser. 32, 87 (1935); C.A. 29, 6755 (1935).

269) Klason, P. Svensk. Papers-Tidn. 38, 517 (1935); C.A 29, 7639 (1935).

270) Klason, P. Svensk. Paper-Tidn. 38, 552 (1935); C.A. 29, 8324 (1935).

271) Hachama, Y., H. Saegusa and W. Takemura. J. Soc. Chem. Ind. Japan. 38, 416(1935); C. A. 29, 8324 (1935).

272) Norman, A. G. and C. H. Jenkins. Nature. 131, 729 (1933); C. A. 28, 2178 (1394).

273) Komarov, F. J. Applied. Chem. (U. S. S. R.) 6, 303 (1933); C. A. 28, 4223 (1934).

274) Ritter, G. J., R. L. Mitchell and R. M. Seborg. I. E. C. **24**, 1285 (1932); C. A. **27**, 5961 (1933).

275) Harris, E. E. I. E. C. Anal. **5**, 105 (1937). C. A. **27**, 2296 (1933).

276) Freudenberg, K. and F. Sohns. Ber. 66B, 262 (1933); C. A. **27**, 2574 (1933).

277) Friebrich, A. and E. Pelikan. Biochem. Z. **239**, 461 (1931); C. A. **26**, 298 (1932).

278) Freuderg, K., F. Sohns. W. Durr and C. Niemann. Cellulose. Chem. **12**, 263 (1931); C. A. **26**, 177 (1932).

279) Hawley, L. F. and E. E. Harris. I. E. C. **24**, 873 (1932); C. A. **26**, 4947 (1932).

280) Sisido, K. Cellulose Ind. (Tokyo) **6**, 167 (1930); C. A. **25**, 1988 (1931).

281) Wacek, A. V. Ber. **63B**, 2984 (1930); C. A. **25**, 2283 (1931).

282) Kawamura, J. J. Soc. Chem. Ind. Japan. **34**, 173 (1931); C. A. **25**, 5286 (1931).

283) Fucho, W. and R. Daur. Cellulose Chem. **12**, 103 (1931); C. A. **25**, 5761 (1931).

284) Sisido, K. Sci. Papers. Inst. Phys. Chem. Research (Tokyo) **16**, 136 (1931); C. A. **25**, 5983 (1931).

285) Kalb, L., F. Nevely and O. Toursel. Cellulose Chem. **12**, 1 (1931); C. A. **25**, 5983 (1931).

286) Fuchs, W. and O. Horn. Ber. **63B**, 1691 (1929); C. A. **24**, 236 (1930).

287) Rassow, B. and P. Zickmann. J. Prakt. Chem. **123**, 189 (1929); C. A. **24**, 721 (1930).

288) Yorston, F. H. Research. Notes. **2**, 7 (1929); Pulp Paper. Mag Can. **24**, 264 (1930); C. A. **24**, 2289 (1930).

289) Klason, P. Svensk. Papers. Tid. **33**, 16 (1930); C. A. **24**, 3358 (1930).

290) Klason, P. Svensk. Papers. Tid. **32**, 628, 633 (1929); C. A. **24**, 3358 (1930).

291) Kurschner, K. Tech W. Chem. Papier. u. ZellstoffFabr. **26**, 53 (1929); C. A. 24, 5481 (1930).

292) Kurschner, K. Svensk. Papers. Tid. **33**, 97; 191. 393 (1930); C. A. **24**, 6007 (1930).

293) Holmberg, B. Svensk Papers. Tid **33**, 679 (1930); C. A. **24** 6007 (1930).

294) Kurschner, K. Cellulose Chem. **8**, 5 (1927); C. A. **23**, 972 (1929).

295) Hess, K. Ber. **62B**, 924 (1929); C. A. **23**, 4063 (1929).

296) Freudenberg, K., W. Belz. and C. Niemann. Ber. **62B**, 1554 (1929); C. A. **23**, 5038 (1929).

297) Herzog, R. O. and A. Hillmer. Ber. **62B**, 1600 (1929); C. A. **23**, 5039 (1929).

298) Klason, P. Svensk. Papers. Tid. **30**, 197, 229 (1917); C. A. **22**, 163 (1928).

299) Rosendahl, F. Chem. Zentr. **11**, 2741 (1927); C. A. **22**, 4804 (1928).

300) Waentig, P. Z. Angew. Chem. **41**, 493 (1928); C. A. **22**, 4804 (1928).

301) Hillmer, A. Cellulose Chem. **6**, 169 (1925); C. A. **20**, 82 (1926).

302) Zherebov, L. P. Paper. Trade. J. **81**, 47 (1925); C. A. **20**, 1822 (1926).

303) Riefenstahl, R. Z. Angew. Chem. **37**, 169 (1924); C. A. **18**, 1749 (1924).

304) Heuser, E. and A. W. Invold. Cellulose Chem. **2**, 113 (1921); C. A **16**, 2988 (1922).

305) Melander, K. H. A. Svensk. Pappers. Tid. **24**, 377 (1921); C. A. **16**, 4342 (1922).

306) Fucho, W. Ber. **54**B, 484 (1921); C. A. **15**, 1809 (1921).

307) Freudenberg, K. Z. Angew. Chem. **52**, 362 (1939).

308) Phillips, M. J. Am. Chem. Soc. **49**, 2037 (1927).

309) Phillips. M. J. Am. Chem. Soc. **52**, 793 (1930).

310) Klason, P. Ber. **55**, 448 (1922).

311) Richtzenhaim, H. Ber. **72**, 2152 (1939).

312) 八濱、三枝 工業化學雜誌 **37**, 1653 (1934).

313) 〃 〃 **38**, 769 (1935).

314) 八濱、三枝、竹村 〃 **38**, 953 (1935).

315) 八濱、新良 〃 **37**, 1291 (1934).

316) 八濱 〃 **45**, 108 (1942).

317) Harris, E. E., J. Saeman. and E. C. Sherrard. I. E. C. **32**, 440 (1940).

318) Freudenberg, K., W. Lautsch. and K. Engler. Ber. **73**, B 167 (1940).

319) Mahood and Cabbe. J. I. E. Chem. **14**, 727 (1922).

320) Harris E. E. I. E. C. **32**, 1049 (1940).

321) Friese, H., V. Högn und H. Wille. Ber. **70**, 1072 (1937).

322) Melander, K. H. A. Chem. Centralblatt. 1, 862 (1919).

323) Dieckmann, R. Chem. Centralblatt. **11**, 131 (1924).

324) Resnik. L. J., u. A. Schlacht. Chem. Centralblatt. **11**, 3079 (1933).

325) Phillips, M. I. E. C. **85**, 991 (1933).

326) Nippe, W Ber. **69**, 1349 (1936).

327) Kazanskii, A. S. and M. A. Mikhailora. Lesokihim. Prom. 5, 16 (1936); C. A. **32**, 5206 (1938).

328) Jander, G. u. F. Jahr. Z. Angew. Chem. **44**, 977 (1931).

329) 厚木、友田、望月 工業化學雜誌 **28**, 981 (民 14)

330) 內田 〃 **43**, 752 (1940) **44**, 341 1072 (1941).

331) Partanshy, A. M. and H. K. Benson. Paper. Trade. J. 102, 29 (1936)· C. A. **30**, 2375 (1936)

332) Hanber, H., and C. Merlan. Papier. Fabr. **33**, 420 (1935); C. A. **30**, 2754 (1936).

333) Dr. Pritzkow. Paper. Traue Townal. 40, 31 Aug. 911.

334) Klason. P. P. F. Festheft. 26-31, 627, 671, 701 (1909).

335) Stutzer. Z. Angew. Chem. **22**, 1999 (1909).

336) Vogel. Z. Angew. Chem. **22**, 219 (1909).

337) Vogel. Papier. Ztg. No. 3 (1910).

338) Bobrov, P. A. and L. I. Kolotova. Compt. rend. acad. Sci. u. R. S.S. 24, 46 (1939).

339) Strehlenert. Papier. Fabr. **11**, 645 (1913).

340) Howard, G. C. I. E. C. **22**, 1184 (1930), **26**, 6145 (1934).

341) Planson, H. Ger. P. 6770631439. June. 19. **43**, No. 3. 70A (1940).

342) 青木　　化學工業資料 13, 32-36 (民 29).

343) 特許　　日 124998.

344) Hönıg, M. u. W. Ruzıcka.　　Z. Angew. Chem. 44, 845 (1931).

345) Tomlinson, G. H.　　Chem. And. Ind 57, 1047 (1938).

346) Leger, F. and H. Hibbert.　　J. Am. Chem. Soc. 60, 565 (1938).

347) Petrov, N.　　Lesokhim. Prom. 4, 18 (1935) C. A. 30, 3605 (1936).

348) Rafanova, R. Ya.　　Lesokhin. Prom. 4, 23 (1935) C. A. 30, 3611 (1936).

349) 蔡、岡、徐　　臺北農林學會報 4, No 2 151 (民 29)

350) Lautsch, W., E. Plankenhorn. u. F Klink.　　Z. Angew. Chem. 53, 450 (1940).

351) Holmberg, B. and E. Sunesson.　　Svensk. Kemısk. Tidskrift. 35, 215 (1923).

352) Smith, P I.　　Chem. Eng. 46, 72 (1939).

353) Eitner, W.　　J. Soc. Chem. Ind. 30, 1269 (1911), Ger. 1911, 227, 241, 255; 15, 834 ( )

354) 村田　　札幌農林學會報 第 32 年 第 154 號 46 (民 29)

355) 前田　　工業化學雜誌 267 (1942).

356) 前田　　纖維工業試驗所彙報 10, 90-101 (1941).

357) Wagner, C. L.　　I. E. C. 22, 122 (1930).

358) Tomlinson, G. H.　　U. S. 2070632, Feb. 16., C. A. 31, 2433 (1937).

359) Racky, G.　　Papier. Fabrikant. 39, 121 (1941).

360) Drahten, E. von. und H. Walther.　　Z. Angew. Chem. 54, 284 (1941).

361) Emde, H. and H. Schartner.　　Naturwissenschaften. 22, 743 (1934).

362) Mathens.　　Pap. Fab. 1407 (1911).

363) Skewes, J. J. and H. K. Benson.　　I. E. C. 31. 1133 (1939).

364) Höulig, M.　　Chem. Ztg. 36, 869 (1612).

365) Bergstrom, H.　　Pap. Fab. 7, 1314 (1909), 506 (1910), 10, 677 (1912).

366) 村田、先本　　札幌農林學會報 34, 33 (1941).

367) Schwalbe, C. G.　　Z. Angew. Chem. 1537 (1916).

368) Wiley, A, J., M. J. Johnson., E. Mccog. and W. H. Peterson.　　I. E. C. Ind. 33, 606 (1941).

369) SChwalbe, C. G.　　Zellstoff u. Papier. 6, 113 (1926).

370) Mathens.　　Pap. Teabr. 1435 (1911).

371) 美國農務省　　J. Soc. Chem. Ind. 947 (1910).

372) Frudman, L. and C. L. Lindekin.　　Pacific Pulp and Paper Ind. 14, 27-29 (1940) C. A, 34, 3013 (1940).

373) Stutzer, A.　　Papier. Ztg. 3210-3212, 3251-3253 (1909) 13, 185 (民前 2).

374) Wallace, F. J.　　U. S. P 2159411, Mag. 23 (1939)· C. A. 33, 6993 (1939).

375) Richtzenhein, H. and C. V. Hofe.　　Ber. 72B, 1890 (1939) 43, 80A (民 19).

376) 化學工業時報　　第 24 號· 第 12 年.

377) Schepp, R., u. G. Kretzechmar.　　Z. Gngew. Chem. 51, 79 (1938).

378) Partansky, A. M. and H. K. Benson.　　Proc. Natl. Acad. Scı· 22, 153 (1936)· C. A. 30 3637 (1936).

379) Routala, O. Actachem, Fenniea. 4, 115 (1931); C.A. 26, 1775 (1932).

380) Muntyan, M.V. Lesokhim Prom. 51, 476 (1938).

381) Fink, H. Z. Angew. Chem. 51, 476 (1938).

382) 堀口博 化學評論 6, 320 (1940).

383) 島口三郎 化學工業時報 第21年. 第34號. 24.

384) 日特許 124705

385) Stutzer, A. Konlgsber. 1/pr. Ger. 236035. Dec. 8 (1909); C, A. 5, 2622 (1911).

386) 藤井、特許公告 No, 3259. 民 29 年 6 月 22 日. 日本化學總覽 13, 706 (民 29) 出.

387) Blatt, W. Pap. Fabr. 1132 (1910), 13, 1218 (民前 2).

388) 平田. 大陸科學院彙報 5, 240-254 (1941).

389) Friedman, L. and B.S. Rusk. Pacific Pulp. Paper. Ind. 13, 24-25 (1939).

390) Kovin, R.J, and L. Friedman. Pacfic Pulp. Paper. Ind. 13, 24-25 (1939).

391) Fuchs, W. Llic Chemie des Lignins. 309 (1926).

392) Samec, M. and M. Rebek. Koll. Beihefte. 19, 106 (1924).

393) Benson, H.K. I.E.C. 24, 1302 (1932).

394) Shorygin, P.O., I.P. Lasev and V.N. Belov. Lesokhim. Prom. 5, 26, (1936); C.A. 31, 3263 (1937).

395) Benson, H.K. and A.M. Partansky, I.E.C. 28, 738 (1936).

396) Lasoberg, V. Chem. Ztg. 61, 73 (1937); C.A. 31, 2423 (1937).

397) Baranov, N.A. and G,M. Orlor. Bumazhnaya. Prom. 15, 11 (1937); C.A. 32, 2347 (1938).

398) Butler, J.D. U.S. 1937944. Dec. 5.; C.A. 28, 1190 (1934).

399) Octken, F.A. Papier. Fabr. 29, Tech-Wiss. Tl. 545 (1931); C.A. 26, 594 (1932).

400) Stewart, D.W. U.S. 1823690, Oct. 20; C.A. 26, 846 (1932)

401) Lanberg, H. Papier Fabr. 29, Fest u.'Auslaxdsehafte 77 (1931); C.A. 26, 595 (1932).

402) Harnist, C. Chem. Ztg. 56, 529, 550 (1932); C.A. 26, 5205 (1932).

403) Howard, G.C. Chem. Eng 46, 618 (1939).

404) Bailey, A.J. Pacificpulp and Paper Ind. 13, 34 (1939).

405) Tomlinson, G.H. and I.S. Wilwxson. Paper. Trade. J. 110, 31 (1940).

406) Jurgenson, J. Ber. 27, Ref. 445 (1894).

407) Ekman, C.D. D.R.P. 81643 (1893). Engl. Pat. 20036 (1893).

408) Kutz. Papier. Ztg. 29, 800 (1904).

409) Rogers, Pulp. Mill. N.T. Pap. Trade. J. 49, 44 (1909).

410) Cross and Bevan. Engl. Pat. 1548 (1883).

411) Kellner. D.R.P. Ann. 4724 (1886).

412) Mitcherlich. Z. Angew. Chem. 24, 1493 (1911).

413) Opl. D.R.P. 75351 (1893).

414) Ziegler. D.R.P. 105669 (1897).

415) Kempe. Chem. Ztg. 22,26 (1898).

416) Philippi. D.R.P. 195643 (1904).

417) Goldschmidt. Papier. Ztg. 23, 2664 (1898).
418) Stutzer, A. D.R. P. 215173 (1908).
419) Seidel. Internationaler. Congress. fur Angew. Chem. Wien. (1898).
420) Pholps, E.B. Paper. Null. N.Y. 32, 12 (1909).
421) Lindsey and Tollens. Z. Angew. Chem. 154 (1892).
422) Wallin Hugs. Swed. Pat. 26825 (1907).
423) Bergstronne. P.F. 8506 (1910).
424) Wallin. Norw. Pat. 18687 (1908); Chem. Ztg. 251 (1909).
425) Kranre. Chem. Ztg. 29, 217 (1906).
426) Schwalbe. u. Sieber. Betriebs-Kontroile. 2
427) Papier. Fabr. 35, 283 (1937).
428) 理化學辭典 1401 (民 28 版).
429) Bayley's Chemists Pocket Book. 163P.
430) 鮫島實三郎 物理化學實驗法 242 (民 18).
431) 丸澤常哉 旅順工科大學紀要 1, 351 (民 18).
432) Kollthoff, I.M. Massanalyse 11, 376 (1928).
433) 小野寺伊勢之助著 肥料學汎論 49-54, 106, 215, 270 (民 28).
434) 田所哲太郎著 植物營養化學 165 (1934).
435) 鈴木梅太郎著 植物生理化學 461. 464. 465 (民 19).
436) Carolus, R.L. u. B.E. Brown. Die Ernährung der Pflanzen. 37, 2 (1941).
437) 上代 工業化學雜誌 45, No. 8 857 (1942).
438) 內田 " 45, No. 8 800 (1942).
439) Spulnik, J.R., R.E. Stephenson., W.E. Caldwell. and W.B. Bollen. Soil. Sci. 49, 37 (1940).
440) Slutzer. Königsberg, Wochbl. Papier. Fabr. 42, 2685; C A. 5, 3622 (1911).
441) 未發表
442) Knoesel, Th. Chem. Ztg. 26, 229 (1902).
433) Phillips, M.M., J. Goss., B.E. Brown and F.R. Reid. J. Agr. R. 53, 209 (1936).
444) Davis, P.O.E. and W. Scholl. I.E.C. 31, 185 (1939).
445) Kobe, K.A., J.H. Layman. and F.R. Arnbruster. I E.C. 28, 571 (1937).
446) Schiffer, F. Forschungsdienst. Sond. -H. 8, 125 (1938). 17, No. 12. (1941).
447) Schropp, W. and B. Arenz. Bodenkunde u. Pflanzeneruahr. 20, 68 (1940).
448) 川村一水著 土壤學講話 43. 93. 136. 166 (1939).
449) Taylor, E.M. and J.H. Howatt. Scientific Agri. 17, 294 (1939).
450) Scharrer, K.U. W. Schropp. Bodenkunde u. Pflanzenernahr. 9-10, 321 (1938).
451) Gerick, S.U. E.P.V. Polheim. Bodenkunde u. Pflanzenernahr. 13, 281 (1939).
452) Gerick, S. Bodenkunde u. Pflanzenernahr. 20, 330 (1940).
453) Blair, A.W. A.L. Prince and L.E. Ensminger. Soil. Sci. 48, 59 (1939).

454) Italiel, Th. Bodenkunde u. Pflanzenernähr. 5, 303 (1937).
455) Schropp, W. u. B. Arenz. Bodenkunde u. Pflanzenernähr. 20, 68 (1940).
456) Thompson, R.C. and W.F. Kosar. Plant Physiol. 14, 567 (1939).
457) 石橋 日本土壤肥料學雜誌 10, 244 (1936).
458) 大川 〃 10, 95 (1936).
459) 小野寺、影島 〃 10, 318 (1937).
460) Stahl, E. Pflänzen u. Schnecken. S. 72 (1888); Zitiert nach F. Hon camp. Handbuch Pflanzenernahrung. und Dungerlehr. Teil. 1, 263 (1931).
461) 小野寺 農學會報、第 280 號 606-607 (民 6).
462) 三宅、足立 J Biochemistry (Tokyo) 1, 202 (1922).
463) 猪狩、久保田 札幌農林學會報、第 98 號 484 (1930).
464) 伊藤、林 〃 第 103 號 460 (1933).
465) 川島 日本土壤肥料學雜誌 1, 86 (1927).
466) 三宅、池田 〃 5, 46 (1931).
467) 〃 〃 6, 53 (1932).
468) Raleigh, G.J. Plant Physiol. 14, 567 (1939).
469) Jehmngs, D.S. Soil Sci. Z. 201 (1919).
470) 石橋 日本土壤肥料學雜誌 11, 539 (1937).
471) 大川 〃 10, 216 (1936).
472) 〃 〃 10, 222 (1936).
473) 〃 〃 10, 414 (1936).
474) 〃 〃 10, 420 (1936).
475) 〃 〃 11, 383 (1937).
476) 〃 〃 11, 384 (1937).
477) 小野寺、菅原 〃 11, 380 (1937).
478) 大川、田中 〃 14, 703 (1940).
479) 〃 〃 15, 119 (1941).
480) 大川 〃 11, 23 (1937).
481) 〃 〃 11, 382 (1937).
482) 小野寺 〃 15, 313 (1941).
483) 〃 〃 13, 293 (1939).
484) 石橋 〃 13, 227 (1939).
485) 市川 〃 6, 367 (1932); 7, 225 (1933); 日本農藝化學雜誌 11, 118 (1935).
486) 荒川 日本土壤肥料學雜誌 13, 585 (1939).
487) 平井、三好 〃 6, No. 2. 194 (1932).
488) 大杉、遠藤 〃 6, No. 1 22 (1932).
489) 麻生 〃 12, 445 (1938).
490) 手島 〃 13, 337 (1939).
491) 平井、上田 〃 7, 174 (1933).
492) Pierre, W.H. J.A.S.A. 20, 254, 270 (1928).
493) Allison, F.E. and R.C. Cook. Soil Sci. 3, 507 (1917).
494) Morse, F.W. J.I.E.C. 10, 125 (1918).

495)	Blair, A.W. and Prince. A.L.	Soil. Sci. 14, 9 (1922).
496)	小林	日本土壤肥料學雜誌 14, 100, 789 (1940).
497)	小澤	〃 17, 191 (1943).
498)	長谷川	〃 9, 357, (1935).
499)	Smider, H.J.	J.A.S.A. 26, 946 (1934).
500)	小澤. 田村	日本土壤肥料學雜誌 15, 107 (1941).
501)	船引眞吾著	土壤實驗 30, 96, 103, 112, 129, 131 (1940).
502)	農藝化學分析書第一編	51, 80, 83, 107, 115, 128, 133, 136, 143, (民 21).
503)	德岡，徐	臺北農林學會報 3. No. 1 83 (民 27).
503)	Oden. S.	Die Humin säure. 102, (1922).
504)	松木五樓著	綜合肥料學 380 (1939).
505)	Scofield, C.S. and Headley, F.B.	J. A.R. 21, 265-278 (1921).
506)	Kelley, W.P., S.M. Brown. and G.F. Liebig.	Jr. Soil. Sci. 49, 95-107 (1940)
507)	Puffeles, M.	Soil Sci. 47, 447 (1939).
508)	川島	西日本土壤肥料學雜誌 9, 389 (1935), 10, 54, 171, 304 (1936). 11, 11, 163, 349, 577 (1937), 12, 19, 265, 395 (1938). 農業及園藝 11, 509. 1673, 2826 (1936).
509)	三須英雄著	肥料學 48 (民 31).
510)	Singh, D.	I.J.A.S. 6, 956-72 (1936).
511)	野村、坂井	日本土壤肥料學雜誌 4. No. 2. 1 (1930).
512)	Schutze. W.	Z. Forst Jagwiss. Bd. 1. 500, Bd. 3, 367.
513)	Wohltmann.	Nährstoff Kapital West beutschen Bödev (1901).
514)	Ramann. E.	Bodenkunde. 2 Auf. (1905).
515)	Hilgard, E.W.	Soils. 369 (1910).
516)	三須	日本農藝化學會誌 16, 653 (1940).
517)	小野寺	農學會報 第 197 號 (民 8).
518)	木田	〃 第 134 號.
519)	Aso, K.	J. Col. Agr. Tokyo. 6, 97 (1904).
520)	Moser, D.	J.A.S.A. 25, 365 (1933).
521)	川村、船引	日本土壤肥料學雜誌 8, No. 4, 407 (1934).
522)	川村一水著	土壤膠質化學 55 (民 23).
523)	Delupis, S.D. Di.	Bodenkunde Pflanzenernähr. 45, 296 (1936).
524)	久納	日本土壤肥料學雜誌 14, No. 12. 767 (1940).
525)	市川	日本農藝化學會誌 11, 225 (1935).
526)	菅原	日本土壤肥料學雜誌 13, No. 12. 829 (1939).
527)	福田	〃 15, No. 4. 227 (1941).
528)	Blair, A.W. and H.C. Mclesn.	Soil Sci. 1, 489 (1916).
529)	Lipman, J.G. and A.W. Blair.	Soil Sci. 1, 171 (1916).
530)	田崎	土壤肥料新報 第 212, 213, 216, 217, (民 16-17).
531)	菅原	日本土壤肥料學雜誌 15, No. 3. 153 (1941).
532)	小野寺	農學會報 第 180 號 19, (民 6).
533)	Young, H.O.	J. Agr. Res. 8, (1917).

534) 成松 農學會報 第 160 號. (民 4).
535) 加藤、三輪 日土本壤肥料學雜誌 13, No. 9. 59 (1939).
536) 小山、福田 " 14, No. 3-969 (1940).
537) 德岡、諸岡 熱帶農學會誌 8, 204 (1936).
538) 德岡、徐、魚 日本土壤肥料學雜誌 14, 406 (1940).
539) 加茂 臺灣總督府中央研究所農業部報告 第 67 號 65 (1935).
540) Basslavskaga, S.U. Syrosshkina, M. Plant Physiol. 11, 149 (1936).
541) Diekson, J G. Am. J. Bot. 5, 301-325 (1918).
542) Garner, W.W., J.E. Mcmurtrey. C.W. Bacon. and E.G. Moss. J. Agr. Res. 23, 27-41 (1923).
543) Jones, T.P. J. Agr. Res. 39. 873-892 (1929).
544) Lutman, B.F., and N.L. Walbridge. Agr. Expt. Sta. Bull. 296 (1939).
545) Mameli, E. Univ. Di Pavia. Atti. Ist. Bot. 15: 151-205 (1918).
546) Zaitseva, A.A. Proc. All-Russ. Cong. Botanists. Lemingard. (1923).
547) Zaitseva, A.A. Bull. Inst. Sci. Lesshaft. 15, 137 (1929).
548) 賴類理一郎 生理植物學 403 (民 21).
549) Ulnin, G.B. Plant Physiol. 9, 59-63 (1934).
550) Guthrie, J.D. Am. J. Bot. 15, 86-87 (1928).
551) Hosnemank, C. Z. Pflanzenernahr. u. Dungung. 4, A. 84 (1925).
552) Pfutzer, G.U. H. Roth. Forschungsdienst organ der derntschen Land Wirschaftswissencchaft. sonderheft. 12. 60-68 (1939).
553) Hunt. Ohio Agr. Stat. Bull. No. 415 3 (1927).
554) Mccarrison, R. Jndian. J. Med. Res. 14, 351 (1926).
555) Scheunert, A.U. M. Schieblich. Biedermanns. Zentralblatt. B. Tierernahrg. 8, H 2 120 (1936).
556) Rowlands, M. J. U. Wilkinson. B. Biochem. J. 24, 199 (1930).
557) Harris, L. J. J. Agr. Sci. 24, 410 (1934).
558) Grafe, G. Landw, 1 norg. Diss. Leipzig, (1928).
559) Scheunert, A., U. Reschke, J. Tierernährg. 2, 262 (1630).
560) Pfutzer, G. U. Pfaff, C. Z. Angew. Chem. 48, 581 (1935).
561) Scheunert, A., U. M. Schieblich. Biedermanns. Zentralblatt. B. Tierernahrg, 8, H 2. 125 (1936).
562) 三宅、石塚 日本土壤 16, 241 (1942).
563) Isgur, B. and C. R. Fellers. J.A.S.A. 29, 89 (1937).
564) 菅原 日本土壤肥料學雜誌 12, 567 (1938).
566) " " 15, 153 (1941).
566) 岡村 大原農業研究所特別報告, 第 5 號, 533 (民 27).
567) Kinnersley, H,W. U. R.A. Peters. Biochem. J. 19, 820 (1925).
568) Passmare. Biochem. J. 27, 342 (1933).
569) 永井嚴 東京醫事新報 第 2970 號 545 (1936).
570) 高田 釀造學 11, 563 (1933).
571) Birch. U. L. Harris. Biochem, J. 28· 602 (1934).
572) 高田 大阪釀造學雜誌 18, 450 (民 29).
573) 松室、大磯 榮養研究所報告 10, 297 (民 30).

574) Scheunert, A. U. K. H. Wagner. Bioch. Z. **303**, 200 (1939).
575) Scheunert, A. U. M. Sehieblich. Bieder manns. Zentralblatt. B. Tierernahrg, **8**, H1/2 132 (1936).
576) Prebluda, H. J., Mc. Collum. E.V. J. Biol. Chem. **127**, 495 (1939).
577) Melmick, D. Field, H. J. Biol. Chem. **127**, 505, 515, 531 (1939).
578) 藤田、松川 東京醫事新報 第 3188 年. 1191 (民 29).
579) 櫻井、稲垣、大森 日本農藝化學會誌 **16**, 331 (民 29).
580) 櫻井 理研彙報 第 20 輯, 第 4 號, 281 (民 30).
581) 櫻井、稲垣 日本農藝化學會誌 **16**, 751 (1940).
582) 藤田、松川 日本醫學及健康保險. 第 3251, 號 5 (民 30).
583) 〃 日本生化學會報 **15**, 147 (民 29).
584) 有山、星野、中澤 日本農藝化學會誌 **17**, 25 (民 30).
585) 本郷 藥學雜誌 **58**, 361 (1938).
586) 櫻井、大森、藤田 理研彙報 **20**, 388 (民 30).
587) Peters, R. A.U. A.G. Ogston. Biochem. J. **30**, 736 (1936).
588) Kinnersley, H.W. Biochem. **28**, 667 (1934).
589) Prebluda, H. J. U. Mc. Collum. E.V. J. Biol. Chem. **119**, 79 (1937).
590) Jansen, B.C. Recueil Trav. Chim. Pays. Bus. **55**, 1046 (1936).
591) Karrer, W. Helv. **20**, 1147 (1937).
592) Wiedenbaner, F., O. Huhn u. G. Becher. Z. Ges. Exp. Med. **101**, 173 (1937).
593) Pyke, M.A. Biochem. J. **31**, 1958 (1957).
594) 佐藤、平野、瀧野、蒲地 熱帶農學會誌 **13**, 267 (1941) **14**, 13 (1942).
595) 佐藤、平野、蒲地 〃 **14**, 17 (1942).
596) Klingel, J. B. **18**, 26851 (1865).
597) 鈴田 熱帶農學會誌 **1**, 79 (1929).
598) 森田 日本土壤肥料學雜誌 **13**, 451 (1939).
599) 大杉、西坦 〃 **7**, 120, 407 (1933).
600) 小野寺 農學會報 205 (1919).
601) Jakob, J. Anleitung Zur Chemischen. Gestein analyse. (1928).
602) 青木 日本土壤肥料學雜誌 13, 357 (1929); **14**, 63 (1940); **17**, 11 (1943).
603) 川口、大杉 〃 **12**, 453 (1938); **13**, (1939); **16**, 123 230 (1942).
604) 加藤虎郎 標準定量分析法 334p. 第 8 版 (民 31).
605) Bradfield, R., Batfer, L. and Oskamp. J. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. **592**, (1934).
606) Volk, N. J. J. A. S. A. **31**, 665 (1939).
607) 森田 日本土壤肥料學雜誌 **13**, 451 (1939); **14**, 43. 411 (1940).
608) Gillespie, L. J. Soil. Sci. **9**, 199 (1920).
609) Remenzov, N. P. Z. F. Pflanzenernähr. Düng u. Bodenk. A. **15**, 34 (1930).
610) Smolik, L. Proc. Mternat. Soc. Soil Sci. **12**, 18 (1938).

611) Heintze, S.G. — Agr. Sci. 24, 28 (1934).

612) Sturgis, M.B. — Lonisiana. Agr. Exp. Sta. Bull. 271, 1936.

613) Darnell, M.C. and Bisenmenger, W. S. — I. Agr. 53, 73 (1936).

614) Stephenson, R.E., — Schuster, C.E. and Spulnik, J.I. Am. Soc. Agron. 30, 91 (1938).

615) Burrow, C. — Soil Sci. 42, 1 (1936).

616) 大杉、青木、森田 — 日本農藝化學雜誌 10, 443 (民 23) 11, 34 (民 25).

617) 澁谷、佐伯、劉 — 同上 12, 62, 1141 (民 25), 13, 529 (民 26). 14, 35 (民 27).

618) Brown, L.A. — Soil. Sci. 37, 65 (1934).

619) Herzner, R.A. — Z. Pflanzenernährung, Düng u. Bodenk. A. 18, 275 (1930).

620) 室島、猪瀨 — 日本土壤肥料學雜誌 16, 17 (1942).

621) 小林 — „ 16, 185 (1944).

622) Vanino, L. — Praparatine Chemie. 1, 565 (1925).

623) Kruegel, C., C. Dreyspring, U.H. Kurth. — Z. Pflanzenernähr. Düng. u. Bodenk. 32, 5.6, 302 (1923).

624) Landort Barnstein. — Phyrikalische-chemisch . Tabellen. 5, 11. 1395 (1923).

625) 南 — 日本土壤肥料學雜誌 16, 256 (1942).

Summary

The studies on the manurial value of the wood-pulp waste liquor obtained by Ca-sulfide method has been reported by many other invertigators previously. But there has no report on the manurial value of the bagasse-pulp waste liquor obtained by Mg-sulfide method except an unpublish experimental record made by Taiwan Sugar Experiment Station. The result of that experiment shown that the waste liquor caused toxical injury to the plant. In order to promote the pulp production espesially that of the bagasse-pulp industry in Taiwan, the waste liquor becomes more important nowaday. The purpose of this experiment was intended to ensure the value of the waste liquor on the standpoint of manurial utilization and to discuss its practical use fundamentally and actually. The results of this experiment were summarized as follows:

(1) The stability of the waste liquor in the air was investigated by the method of testing the loss of iodine. It was found that the new waste liquor becomes equilibrium with air in about one mouth. The waste liquor which was used in this experiment was reached to this condition. The properties and the composition of it were discribed as follows:

pH of the liquor.—4.28

Specifie gravity (at 20°C)--1.043

Total solid substances in the 100cc. of the liquor.

10.498g (including 8.727g and 1.771g of. organic and inorgaic matter respectively.

The greater part of organic matter is Lignin substance and the other part consists of 1.276g of saccharides and a little amount of protein and fat. The inorganic consituents contain 58.60% of MgO, 30.28% of SO_4, 41.3% of SiO_2, 3.34% of CaO, 1.64% of P_2O_5 and small quantity of Fe, K, and Na.

From the above data, it is clear that the waste liquor contains considerable amount of plant nutritions.

(2) In testing the manurial effects of the liquor on the yield and growth of plants therefore the paddy rice plant, upland rice plant, wheat and flax were used during investigation. Through pot experiment with rice plants, it was found that the application of waste liquor as top dressing manure is more beneficial than as ground manure. When the waste liquor was applied as top dressing in twice experiments at the amount of 80cc. per 5 kg of soil then the growth and yield of the plant were considerably incresed.

Through four times of field experiments which carried continusly at the farm of National Taiwan University, the results were shown that both grain and stem of paddy rice plants were increased 10% to 30% when 12 or 24 litres of the liquor per $16.5m^2$ were applied as top dressing manure. Thus no boxical actions were found even in the case of continuous applications. Some field experiments were carried by the farmers in the same manure of application at Taichung prefecture

and the crop yields were increased about 30% in twice experiments at both places.

In case of upland rice plants, the favourable results were obtained by adding the waste liquor up to 80cc. especially in 10–30cc. per 12kg of soil to the soil as top dressing manure.

In case of wheat the application of waste liquor in the amount of 40-80cc. per 15 kg of soil, a better result was also obtained even though the yield was not so remarkable increased as that of the paddy rice plant or upland rice.

In case of flax the suitable amount of liquor application is 40cc. especially 8–20 cc. per 15 kg of soil gained more benefit on the yields of plant leaves and stems.

Through field experiment with rice plants on the after effects of the waste liquor application, the author found that rice plant increases about 5% of grain-and stem-yields. It was confessed that remarkable manurial effects as stated above are mainly due to the existence of Mg in waste liquor. When the same amount of pure Mg as was contained in the waste liquor was added to the plant same results were obtained.

And the application of the waste liquor as in case of this experiment caused no toxic action by the variation of Ca-Mg ratio to the plant.

3 In order to investigate the influence on the physical and chemical properties of the soil after the application of waste liquor, therefore two kinds of soil in the pot experiment were sampled namely the Terliary sandstone and shale soil in which the waste liquor was applied once. In field experiment another kind of soil which the waste liquor was supplied twice continuosly was sampled from the National Taiwan University farm. The result of this experiment was that the general physical properties of soil were scarcely influenced by the application of the waste liquor. With regard to the chemical properties of the soil, the exchangeable base capacity and the degree of base saturation were increased after the application of waste liquor. In case of the exchangeable base, the amount of Mg and K were increased and Ca was decreased, on the other hand Na, Fe, Al were scarecely influenced. Hot HCl soluble constituents in those two kinds of soil at stated above were increased after the application of the waste liquor. It was interesting fact that, in both kinds of soils, the ammounts of soils, the ammounts of ferro oxide were decreased and ferrous oxide were increased. So it was considered that the toxic action of the waste liquor application would be closely related to the increase of ferrous oxides in the soils. Owing to the increase of carbon contents and no increase of nitrogen in the soils; the C/N ratio of the soils tends to increase by the application of the waste liquor. The amount of N/5 HCl soluble phosphate, potassium and calcium of both kinds of soil were increased.

The absorption coefficients of phosphate were slightly increased but that of nitrogen were scarecely influenced.

In both pot and field experiments there were no significant effects on the soil reaction when proper amounts of the waste liquor was applied.

And there also were no significant effect on the change of the exchangeable acidity but the hydrolytic acidity tend to decrease somewhat greately.

The chemical constitution of the soil colloid was scarecely changed as the result of liquor application.

(4) For the purpose of testing the influence on the constituents of different crops after liquor application therefore the leaves, the stems and the grains were examined on their physical properties. In case of rice plants it was found that there were no significant influence among the contents of carbon, three essential elements, crude fiber, crude ash, soluble nonnitrogenous substants and the special constituents i. e. chlorophyll containes in leaf and vitamin B_1 in unpolished rice. Moreover, it is note worthy to be mentioned that more perfect and larger grains were obtained and the ratio of paddy to chaff was slightly raised by the liquor application as ground manure. When the harvest of wheat were examined under the same method of investigation as was applied on rice plant but no significant influences were found.

In case of flax, there was no remarkable influence except the increasing of crude fiber contents in the stems.

(5) The investigation of the reducible property of the waste liquor which was considered as a toxical action to the plant were carried out in this experiment. Through the result of measuring on ferrous oxide and sulfide formation the author certified that the reduction of soil and the oxidation reduction potential were produced as the result of liquor application. It was also found that when the waste liquor was applied in lower layer below the soil surface and kept in humid condition as in the manner of paddy field, the reduction was more promoted when it was applied on soil surface.

The degree of toxical injuries caused by the reducing action was depended on the viability of plant roots. Then the roots developed strongly enough they were scarcely suffered from infection.

If proper amount of waste liquor was applied in the lower layer from the soil surface it causes no injuries to rice plant which is ten days after transplanting.

The toxicity of reducing action decreased gradually when the waste liquor has been kept for a longer time. If a suitable amount and proper time of keeping of waste liquor as was applied in this experiment it becomes on toxicity. So it was concluded that reducing action was not only lost its activities but it also benefit to the development and yield of rice plant when the waste liquor was applied as ground manure about one week after planting.

(6) For the benefit of the practical application of waste liquor therefore following methods of solidifying of the waste liquor were made as for comparison.

1. The evaporating and drying method
2. The evaporating and drying method with addition of rock phosphate powder.

3. The precipitating method with calciumhydroxide.
4. The precipitating method with amonia liquor.
5. The evaporating and drying method with addition of rock phosphate powder after the oxidation with hydrogen peroxide.

Among those methods mentioned above the evaporating and drying method with addition of rock phosphate was the best. By this method there are about 30% of total phosphate contained in the added rock phosphate powder changed to water soluble.

According to the results of this experiment the author confirmed that the waste liquor can be used as a manure.